

Kalle Pylkkänen

Teräsrungon asennuksen laadunvarmistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

18.11.2013

| | |
|---|--|
| Tekijä(t) Otsikko | Kalle Pylkkänen Teräsrungon asennuksen laadunvarmistus |
| Sivumäärä Aika | 46 sivua + 2 liitettä 18.11.2013 |
| Tutkinto | Rakennusmestari (AMK) |
| Koulutusohjelma | Rakennusalan työnjohto |
| Suuntautumisvaihtoehto | Talonrakennustekniikka |
| Ohjaaja(t) | lehtori Aarne Seppänen vastaava työnjohtaja Mika Hämäläinen |
| <p>CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013 kaikille rakennustuotteille, joille on harmonisoitu tuotestandardi. Esivalmistetuille teräsrakenteille CE-merkintä tulee pakolliseksi 1. päivä heinäkuuta 2014. Tämä on tärkeä edistysaskel, joka vaatii huolellista valmistautumista kaikilta rakennushankkeen osapuolilta.</p> <p>Opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena oli tutkia teräsrungon CE-merkinnän ja teräsrungon asennuksen laadunvarmistustoimenpiteitä.</p> <p>Työ toteutettiin tiiviissä yhteistyössä kohdeyrityksen ohjaajan kanssa. Opinnäytetyö koostuu laatukäsitteen esittelystä, teräsrakenteiden CE-merkinnän esittelystä ja teräsrungon asennuksen laadunvarmistuksen keinoista.</p> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin YIT Rakennus Oy:n Toimitila-yksikölle ja opinnäytetyön lopputuloksena syntyi muistilista, joka toimii työkaluna teräsrungon asennuksen laadunvarmistuksessa.</p> | |
| Avainsanat | teräsrunko, laadunvarmistus |

| | |
|--|---|
| Author(s) Title | Kalle Pylkkänen Quality assurance of steel frame installation |
| Number of Pages Date | 46 pages + 2 appendices 18. November 2013 |
| Degree | Bachelor of Construction Management |
| Degree Programme | Construction Site Management |
| Specialisation option | Building Construction |
| Instructor(s) | Mika Hämäläinen, Project Manager Aarne Seppänen, Senior Lecturer |
| <p>CE-marking for all construction products, covered by a harmonized European standard became mandatory on 1 July 2013. For fabricated structural steelwork, CE-marking will become mandatory on 1 July 2014. This represents a major development and it demands careful preparation from all parties of the construction project to the new obligations imposed.</p> <p>The main purpose of this thesis was to examine the CE-marking for the steel frame and the quality assurance methods of the steel frame installations.</p> <p>The thesis was carried out in close collaboration with the instructors. The study report consists of presentation of the concept of quality, CE-marking of steel structures and the quality assurance methods of steel frame installations.</p> <p>This thesis was made for YIT Rakennus Ltd and as a result of this thesis became a checklist, which works as a tool for quality assurance in the steel frame installation.</p> | |
| Keywords | steel frame, quality assurance |

Sisällys

Termit ja lyhenteet

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Laatu ja laadunvarmistus rakentamisessa | 2 |
| 2.1 | Laatu ja laadunvarmistus | 2 |
| 2.2 | Laatujohtaminen | 3 |
| 2.3 | Suunnittelun ohjaus | 4 |
| 2.3.1 | Työmaan laatusuunnitelma ja toteutus | 5 |
| 2.3.2 | Työturvallisuus ja työterveydenhuolto | 7 |
| 2.3.3 | Ympäristönsuojelu ja yhteiskuntavastuu | 8 |
| 3 | Urakan osapuolet | 9 |
| 3.1 | Rakennuttaja | 10 |
| 3.2 | Viranomaiset | 11 |
| 3.3 | Suunnittelijat | 12 |
| 3.4 | Urakoitsijat | 13 |
| 3.4.1 | Pääurakoitsija | 13 |
| 3.4.2 | Teräsrunko-urakoitsija | 15 |
| 4 | Teräsrakenteiden CE-merkintä | 15 |
| 4.1 | Suoritustasoilmoitus | 16 |
| 4.2 | Standardit | 17 |
| 4.3 | Toteutusluokka | 18 |
| 4.4 | Merkintä | 19 |
| 4.5 | Suunnittelu | 21 |
| 4.6 | Materiaalien vaatimukset | 22 |
| 4.7 | Kiinnitystarvikkeiden vaatimukset | 23 |
| 5 | Teräsrunko asennuksen laadunvarmistus | 24 |
| 5.1 | Asennus | 24 |
| 5.1.1 | Suunnittelu | 24 |
| 5.1.2 | Pätevyydet ja hyväksynnät | 26 |
| 5.1.3 | Kuljetus | 26 |
| 5.1.4 | Kuormien purku, vastaanotto ja varastointi | 27 |
| 5.1.5 | Nostot ja siirrot | 27 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.1.6 | Asennusjärjestys | 32 |
| 5.1.7 | Asennusaikainen tuenta | 33 |
| 5.1.8 | Asennustoleranssit | 34 |
| 5.1.9 | Pulttiliitokset | 35 |
| 5.1.10 | Hitsausliitokset | 35 |
| 5.1.11 | Mittaukset, tarkastukset ja dokumentointi | 37 |
| 5.1.12 | Palonsuojamaalaukset | 41 |
| 5.2 | Työturvallisuus | 42 |
| 6 | Pohdinta | 45 |
| 7 | Yhteenveto | 46 |
| | Lähteet | 47 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. Haastattelu 1 ja 2 | |
| | Liite 2. SFS-EN 1090-2 taulukot 1, 2, 3, 8 ja 19 | |

Termit ja lyhenteet

| | |
|--------|--|
| AVCP | (Assessment and Verification of Constancy of Performance) Harmonisoidun tuotestandardin ZA-liitteestä löytyvä suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen -järjestelmä. Tuotteelle asetettavat vaatimukset määräytyvät luokituksen mukaan. Teräsrakenteille AVCP-luokka on 2+.[9.] |
| DoP | Suoritustasoilmoitus, esitetään valmistajan kotisivuilla ja toimitetaan asiakkaalle sähköpostilla tai paperilla pyydettyessä. Ennen CE-merkinnän kiinnittämistä valmistajan tulee aina laatia suoritustasoilmoitus sekä tarvittaessa tuotteen AVCP- luokasta riippuen hankkia ilmoitetun laitoksen laatima sertifikaatti tuotannon sisäisen laadunvalvonnan vaatimustenmukaisuustodistus. Suoritustasoilmoitus toimitetaan suomen kiellä. [9.] |
| ETA | Euroopan tekninen hyväksyntä |
| EXC | Suunnittelijan määrittelemä rakennuksen vaativuuden ja käyttötarkoituksen perusteella valmistuksen vaativuustason toteutusluokitus. Toteutusluokkia on EXC1, 2 , 3, 4 . Talonrakennustyömaan toteutusluokka on yleisesti EXC 2. Toteutusluokan perusteella määräytyy 36 valmistusta velvoittavaa vaatimusta. [14.] |
| EN | Eurooppalainen standardi |
| EN ISO | Eurooppalainen standardi. EN- ja ISO-numerot ovat identtisiä. |
| FPC | Factory Production Control eli tehtaan sisäinen laadunvalvonta [9.] |

| | |
|---------------------|---|
| hEN | Harmonisoitu tuotestandardi on Eurooppalaisen standardisointijärjestön CENin laatima CE-merkintään johtava tuotestandardi.[9] |
| ISO | Kansainvälinen standardi |
| NDT | (Nondestruction testing) Rikkomaton aineenkoetus. Tällä tarkoitetaan tarkastusmenetelmiä, joita käytetään mm. metallirakenteiden ja hitsien tarkastamiseen. Tarkastus on standardisoitua toimintaa, ja NDT:tä suorittaville henkilöille ja laitoksille on oma pätevänti- ja sertifiointijärjestelmänsä.[9.] |
| NPD | (No Performance Detected) Mikäli CE-merkinnässä lukee NPD, se tarkoittaa, että ko. ominaisuutta ei ole määritetty tälle tuotteelle.[9.] |
| RakMK | Suomen Rakentamismääräyskokoelma. |
| SFS | Suomen kansallinen standardi |
| SFS EN | Suomen kansallinen standardi EN- standardista. [9] |
| Toteutuseritelmä | Toteutusta koskevat vaatimukset esitetään suunnittelijan laatimassa toteutuseritelmässä. Siitä selviää mm. kohteen ja toteuttajien tiedot, projektissa laadittavat asiakirjat, suunnittelunormit, vastuuhenkilöiden pätevyysvaatimukset, laatu- tasovaatimukset, tarkastukset, toteutusluokat, pintakäsittelyt, toleranssiluokat, paloluokitus, materiaaivalinnat, liitteen A1 mukaiset projektikohtaiset lisävaatimukset, toteutusluokkiin liittyvät vaatimukset ja rakennustyön turvallisuuteen liittyvät tekniset vaatimukset. [14.] |
| Varmentamistodistus | Tarvitaan AVCP-menetelmissä 2+, 1 ja 1+. Valmistaja saa tämän ilmoitetulta laitokselta, kun tehdään laadunvalvonnan alkutarkastus on tehty. Toimitetaan asiakkaalle tai viranomaiselle sitä pyydettyäessä.[14.] |

ZA-liite

Harmonisoidun tuotestandardin liite, jossa asetetaan tuotteelle perusominaisuudet ja kerrotaan mihin AVCP-luokkaan se kuuluu. Luokan mukaan määräytyy tarve kolmannen osapuolen eli ilmoitetun laitoksen varmentamiselle.[9.]

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:n toimitila-yksikölle ja opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella teräsrunkoon liittyvää CE-merkintää ja tarkentua standardin mukaiseen teräsrungon asennuksen aikaiseen laadunvarmistukseen.

Idea työn tekemiseen tuli työmaalta ja uudesta CE-merkinnästä. Työn aihetta lähdettiin miettimään tarkemmin yhdessä yrityksen ohjaajan kanssa ja työn aiheesta päädyttiin käytännönläheiseen aiheeseen. Työmaalla työskenteli tuolloin ulkomaalainen teräsrunkourakoitsija, jolla oli jo CE-merkinnän merkintäoikeus omalle tuotannolleen, mutta hankkeen rakennuttajalle ja varsinkin allekirjoittaneelle tämä oli tuntemattomampi aihe. Tämä sai aikaan pohdinnan, että kuinka CE-merkinnän kanssa tullaan toimimaan teräsrungon osalta ja kuinka se vaikuttaa työmaan toimintaan.

1.7.2014 mennessä teräsrunkojen valmistajien pitää määrittää oma tuotantonsa harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1 ja -2 vaatimusten mukaiseksi. Tämä standardikokonaisuus sisältää CE-merkintään liittyvät ohjeet ja tekniset vaatimukset kokoonpanojen valmistukselle, mutta sisältää myös vaatimukset työmaalla tapahtuvaan toimintaan. Työn aihe on hyvinkin ajankohtainen ja sen myötä myös erittäin mielenkiintoinen.

Työ koostuu yleisluontoisesta laatukäsitteen esittelystä, teräsrungon CE-merkinnästä, ja varsinainen pääpaino on teräsrungon asennuksen aikaisessa laadunvarmistuksessa. Lopputuloksen saavuttamiseksi työssä käytetään lähteinä standardien ja kirjallisuuden lisäksi myös työmaalla tapahtuvaa asennuksen seuranta ja haastatteluita. Ajatuksena on, että tätä työtä tehdään pääurakoitsijan näkökulmasta ja tarkoituksena on selvittää, mitä laadunvarmistustoimenpiteitä asennuksen aikana voidaan tehdä ja minkälaisia vaikutuksia standardilla SFS-EN 1090-2 on asennuksen aikaiseen laadunvarmistukseen.

2 Laatu ja laadunvarmistus rakentamisessa

2.1 Laatu ja laadunvarmistus

Laatu voidaan jakaa kahteen eri osaan, lopputuotteen laatuun ja toiminnan laatuun. Lopputuotteen laadulla pyritään nostattamaan kilpailullisia tekijöitä ja herättämään asiakkaan huomio ja odotukset. Toiminnan laatu taas osoittaa, kuinka suoralinjaisesti ja suunnitelmallisesti valmis lopputuote on saavutettu. Lopputuotteen laatu ja toiminnan laatu kulkevat käsi kädessä ja kokonaisuudessaan tuotteen laadullisia elementtejä ovat valmistuksen laatu, suunnittelun laatu ja asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu. [1, s. 6.]

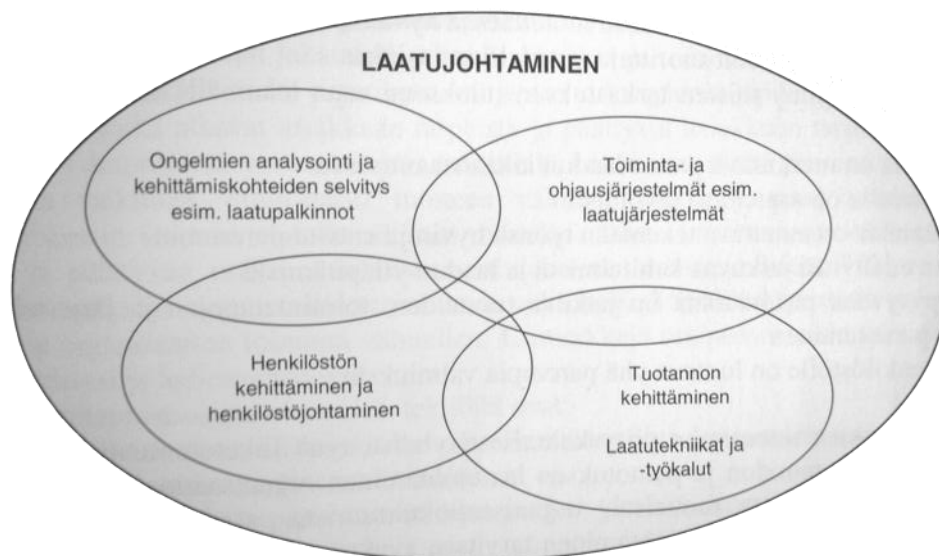
Valmistuksen laadussa huomioidaan, kuinka hyvin tuote toteutetaan annettujen vaatimuksien mukaisesti. Valmistuksen laatuun liittyy keskeisesti myös, kuinka systemaattisesti ja virheettömästi yrityksen omat työntekijät tekevät työnsä ja kuinka virheettömästi alihankkijat suoriutuvat omasta osastaan. Valmistuksen laatu on yksiselitteinen, sillä annetut piirustukset, piirustuksissa viitatu standardit, toleranssit ja työselosteet määrittelevät selkeästi, mikä kelpaa ja mikä ei. Valmistuskeskeisessä laadussa sopiva laadunmittari on virheiden määrä ja niiden aiheuttamat kustannukset. Kehittämisedellytykset liittyvät nimenomaan virheiden löytämiseen, tunnistamiseen ja ennakointiin, jotta samat virheet eivät toistu hankkeesta toiseen. [1, s.6.]

Laadunvarmistuksen perustana isoissa yrityksissä on laadunhallintajärjestelmä. Laatu-järjestelmässä kuvataan yrityksen omat pelisäännöt, menettelytavat sekä toimintatavat ongelmatilanteissa. Perinteinen laatujärjestelmä koostuu laatukäsikirjasta, menettely- ja toimintaohjeista ja viiteaineistoista. Näillä toiminnoilla pyritään vakuuttamaan asiakas yrityksen hyvästä laaduntuottokyvystä ja lisäämään henkilöstön ymmärrystä ja antamaan tukea työn tekemisen osalta. [1, s.10.]

Laatujärjestelmien arviointiin ja standardisointiin on ISO 9001 kansainvälinen laatujärjestelmän sertifikaatti, joka on tunnustettu kaikkialla maailmassa ja auttaa täten kansainvälisessä kilpailussa. Sertifioinnin myötä yritys osoittaa, että yritys toimii asiakaslähtöisesti ja kehittää järjestelmällisesti omaa toimintaansa ja prosesseja laadun näkökulmasta.

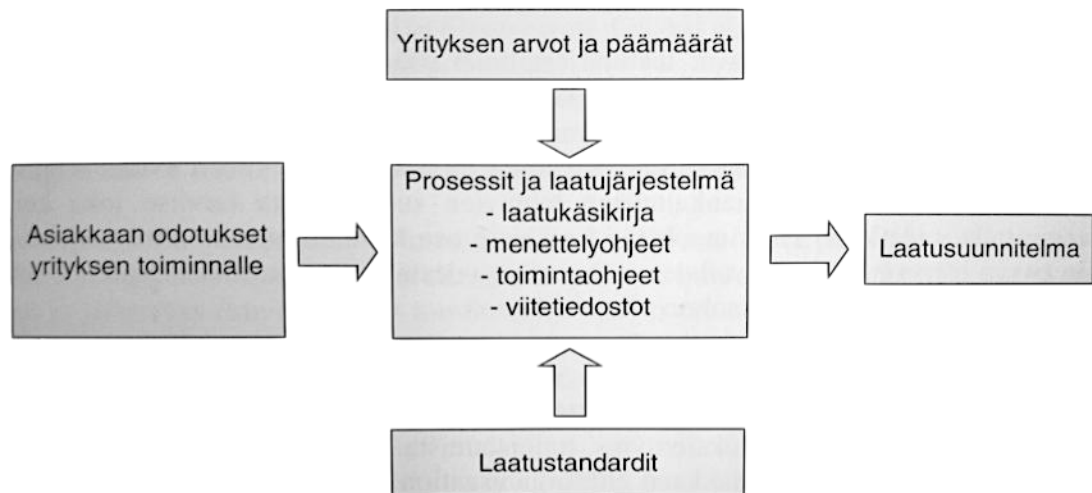
2.2 Laatujohtaminen

Laatu on rakentamisessa keskeisessä asemassa, ja se on olennaisin tekijä yrityksen menestymiseen. Laadun suuren merkityksen takia sitä pitää myös osata johtaa. Laatujohtamisen ajattelutavan näkökulmasta asiakas nähdään yrityksen tärkeimpänä osana, ja näihin tavoitteisiin on useita keinoja, joiden avulla parhaaseen lopputulokseen pyritään. Laatujohtamisen keskeisinä teemoina ovat asiakaskeskeisyys, prosessien kehittäminen, kokonaisvaltainen osallistuminen ja systeemiajattelu. Näitä varten yritykset luovat johtamisen avuksi laatutekniikoita ja laatutyökaluja, joiden avulla organisaation jäsenet voivat varmistaa oman työnsä laadun. [1, s.11.]



Kuva 1. Laatujohtamisen keinot [1, s.11]

Laatujohtamisella pyritään siihen (kuva 1), että tuotetaan laadukkaita lopputuotteita, mikä johdattaa ja heijastaa pitkäaikaiseen menestymiseen. Organisaation sisällä sisäiset ja ulkoiset hyväksi todetut laatuasiat yhdistetään, jolloin syntyy niin sanotut yhteiset toimintatavat tuotteiden parantamiseksi, kustannusten alentamiseksi, työntekijöiden ja asiakkaiden tyytyväisyyden lisäämiseksi sekä yrityksen taloudellisen tilanteen parantamiseksi. [1, s.12]

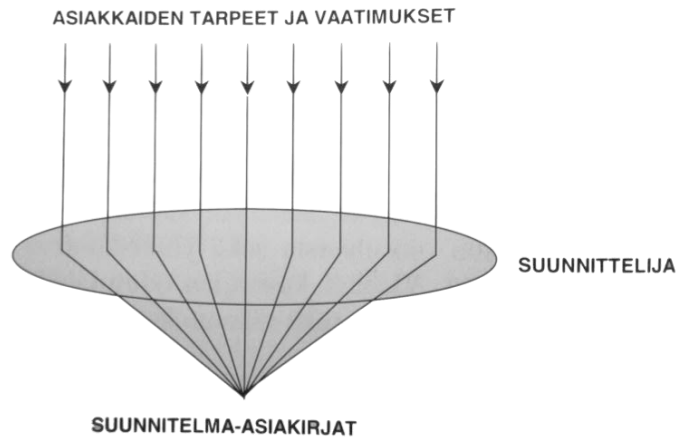


Kuva 2. Laatujärjestelmän rakenne ja ympäristö [1. s. 17]

2.3 Suunnittelun ohjaus

Valmistuksen laadussa suuressa roolissa on myös suunnittelun laatu, suunnittelijan pätevyys ja kuinka hyvin kommunikointia tapahtuu työmaan ja asiakkaan välillä.

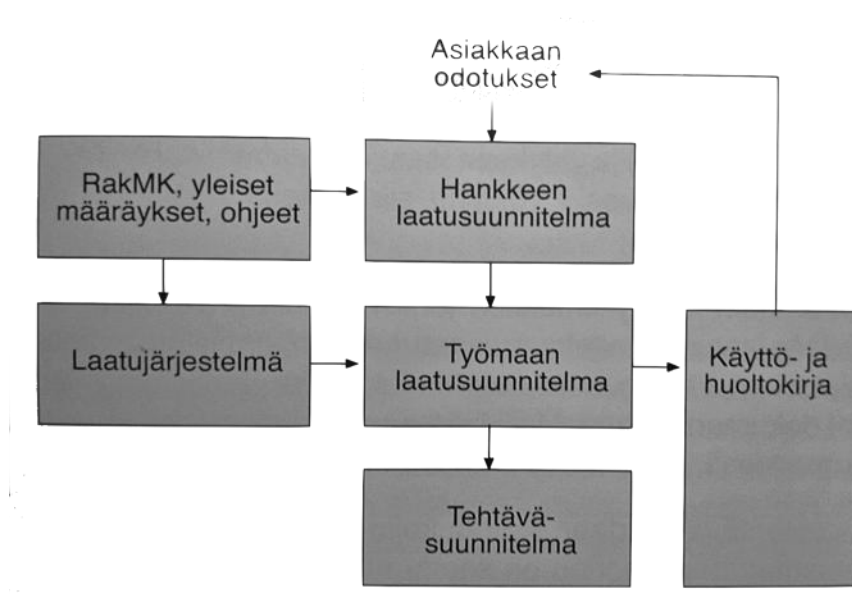
Suunnittelun laatu ja valmistuskeskeinen laatu arvioidaan, kuinka hyvin tuote vastaa asiakkaan antamiin vaatimuksiin ja minkälaisia ominaisuuksia tuotteella on. Rakennushankkeessa suunnittelun laatu liittyy keskeisesti myös rakennushankkeen toteutukseen eli kuinka hyvin suunnittelu pysyy annetussa aikataulussa, kuinka virheettömästi ne on toteutettu ja kuinka käytännöllisiä suunnitteluratkaisut ovat. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu on hänen havaitseman lopputuotteen laadun ja odotuksien suhde. ”Hyvä asiakaskeskeinen laaduntuottokyky tuottaa asiakkaiden tarpeet tyydyttäviä ja ostomahdollisuuksien rajoissa olevia tuotteita pitäen asiakkaat tyytyväisenä. [1,s. 9.]



Kuva 3. Asiakkaiden tarpeiden kohdentaminen suunnitelmaan [1, s. 28]

Asiakkaan tavoitteiden saavuttaminen vaatii suunnittelijan ja asiakkaan välille jatkuvaa kommunikoinnin tarvetta (kuva 3), ja mikäli tämä ei toimi saumattomasti, se tuo todennäköisesti asiakkaan näkökulmasta epätoivotun lopputuloksen. Prosessia hankaloittaa myös tilanteet, joissa rakennettavalle tilalle ei ole vielä tiedossa asiakasta, jolloin suunnittelijan täytyy ennakoida mahdollisen tulevan asiakkaan tarve. [1, s. 28.]

2.3.1 Työmaan laatusuunnitelma ja toteutus



Kuva 4. Työmaan laatusuunnitelman ja tehtäväsuunnitelman asema rakentamisen laadunvarmistuksessa [3, s.15]

Työmaan laatusuunnitelma kuvaa miten työmaata suunnitellaan, rakennetaan, ohjataan, dokumentoidaan ja valvotaan (kuva 4). Laatusuunnitelman tehtävänä on toimia laatujohtamisen työkaluna koko hankkeen läpi. Suunnitelman tekemisen ajatuksena on, että siinä käydään hankkeen erityispiirteet läpi, jotta asiakkaan tarpeet ja vaatimukset tulevat selväksi, mutta myös se, että nämä tarpeet voidaan toteuttaa työmaan näkökulmasta mahdollisimman tehokkaasti. Työmaan laatusuunnitelman tavoitteena on mm.:

- toteuttaa laaditut tuotantosuunnitelmat hallitusti
- saavuttaa asetetut kustannustavoitteet
- ehkäistä laatuvirheiden syntyminen
- estää työtaturmat
- varmistaa aikataulujen mukainen tuotanto
- luovuttaa asiakkaalle virheetön työ [4, s.15.]

Yleisesti ottaen kaikista hankkeista tehdään hankekohtainen laadunhallintasuunnitelma. Hankkeen laatusuunnitelman tavoitteena on virheettömän ja laadukkaan lopputuotteen lisäksi se, että koko hanke toteutetaan hallitusti, kustannustehokkaasti, turvallisesti, aikataulussa ja täyttäen asiakkaan odotukset ja saavuttaen näin asiakkaan tyytyväisyys. [2.] Perusrunkona työmaan laatusuunnitelmalle voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- *Laatusuunnitelman tarkoitus, päivitys ja jakelu*
- *Kohdetiedot*
- *Tuotannon ajallinen suunnittelu ja ohjaus*
- *Tuotannon taloudellinen suunnittelu ja ohjaus*
- *Ongelmiin varautuminen*
- *Laadunvarmistus*
 - (a) *Suunnitelmat*
 - (b) *Hankinnat, materiaalityömitukset ja aliurakat*
 - (c) *Tuotannon laadunvarmistustoimet ja vastuujako*
 - a. *Laadunvarmistusmatriisi*

- b. Mallityö
 - c. Laaturaportti
 - d. Palaveri
 - e. Vastaanottokatselmus
 - f. Kokeet ja mittaukset
- Työturvallisuus
 - Kokouskäytäntö
 - Kohteen luovutus

[3, s.26—32.]

2.3.2 Työturvallisuus ja työterveydenhuolto

Rakennusurakoitsija toimii hankkeissa pääsääntöisesti päätoteuttajan roolissa ja se velvoittaa huolehtimaan työmaan yleisestä turvallisuudesta. Päätoteuttajalla eli pääurakoitsijalla on muiden urakoitsijoiden suhteen suuret velvollisuudet työmaan yhteisen ja yleisen turvallisuuden varmistamisessa. [2.]

12§ 1 mom. Päätoteuttajan on huolehdittava turvallisuuden ja terveyden kannalta tarpeellisesta työmaan yleisjohdosta ja osapuolten välisen yhteistoiminnan ja tiedonkulun järjestämisestä, toimintojen yhteensovittamisesta sekä työmaa-alueen yleisestä siisteydestä ja järjestyksestä.

12§ 2 mom. Edellä 1 momentissa tarkoitettuja tehtäviä johtamaan on päätoteuttajan nimettävä työmaata varten pätevä vastuhenkilö ja hänelle tarvittaessa sijainen. Jokaisen työnantajan on nimettävä teettämänsä työnjohtoa ja valvontaa varten siihen pätevä ja vastuunalainen henkilö. [4.]

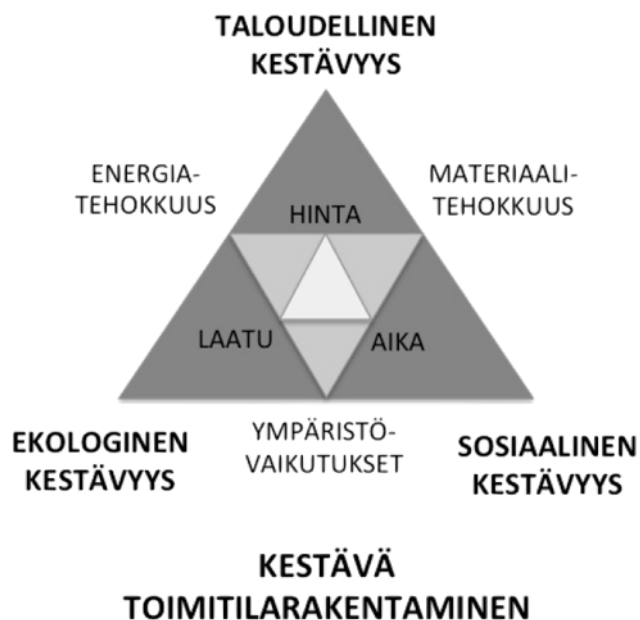
Työturvallisuuteen liittyviä tehtäviä on työmaalla paljon, ja sitä varten työmaalla toimihenkilöiden ja työntekijöiden keskuudesta valitaan oma työmaan työsuojeluorganisaatio. Nimetyn vastuullisen henkilön eli vastaavan työnjohtajan lisäksi nimetään työmaan toimihenkilöistä työsuojelupäällikkö ja työntekijöistä työsuojeluvaltuutettu. Pääurakoitsijan työsuojelupäällikkö mittaa työturvallisuutta työmaalla erilaisin toteutumisen mittareilla työsuojeluvaltuutetun kanssa, ja tärkeimpänä pidetään viikoittaista TR/MVR-mittausta, työturvallisuushavaintojen seurantaa ja tapaturmataajuuden seurantaa.[2.]

Pääurakoitsijan velvollisuus on järjestää omille työntekijöilleen työnterveidenhuolto. Työterveydenhuoltosopimus tehdään työnantajan ja työterveyshuoltopalveluja tuottavan osapuolen välille. Osapuolten kesken sovitaan järjestelyt, palveluiden sisällöt ja laajuudet, sekä kuinka pitkään sopimus kestää. Yleisillä järjestelyillä tarkoitetaan mm.

vastaanottojen sijaintia ja aukioloaikoja. Työterveyshuoltopalvelut voidaan järjestää mm. yrityksen omalla työterveysasemalla, terveyskeskuksissa, tai yksityisillä lääkäriasemilla. [2.]

Työantajan lakisääteisenä velvollisuutena on huolehtia, että rakennustyötä tekevällä työntekijällä on oma henkilökohtainen työterveyskortti. Työntekijän velvollisuus on pitää työterveyskortti mukanaan ja pyydettyäessä näyttämään mm. työnantajalle, työsuojeluviranomaisen tarkastajalle, yhteisen rakennustyömaan päätoteuttajalle tai rakennuttajalle. [2.]

2.3.3 Ympäristönsuojelu ja yhteiskuntavastuu



Kuva 5 Kestävä toimitilarakentaminen [5.]

Yhteiskuntavastuullisesti ja ympäristöystävällisesti toimiva yritys tavoittelee taloudellista tulosta eettisesti kestävin keinoin, toimii ympäristöä säästäen, ottaa huomioon asiakkaiden odotukset ja pitää huolta henkilöstönsä hyvinvoinnista. Näitä henkilöstön hyvinvoinnin, osaamisen ja turvallisuuden mittareita yrityksessä voi olla seuraavat tekijät:

- henkilöstörakenne
- tasa-arvon toteutuminen

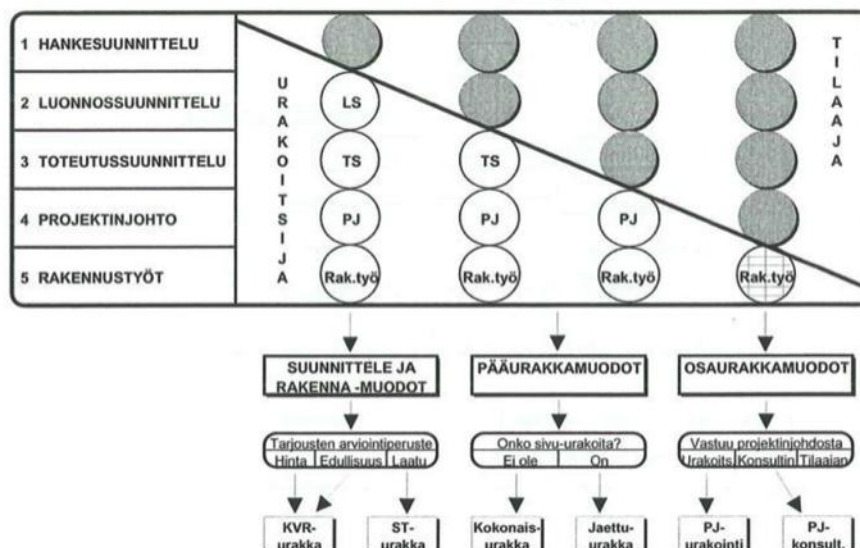
- työtyytyväisyysmittaukset
- tapaturmat ja poissaolot
- terveydenhoitoon käytetyt varat
- panostus koulutukseen sekä virkistystoimintaan
- harjoittelu- ja kesätyöpaikkojen määrä [5.]

Ympäristönsuojelua yritys parantaa esimerkiksi vähentämällä ympäristökuormituksia, energian kulutusta, päästöjä ja jätteitä, sekä ekologiseen kestävyyteen kannalta kehittää elinkaariominaisuuksiin osaamista ja palveluja. [5.]

3 Urakan osapuolet

Rakennushankkeella on eri osapuolia hankkeesta ja urakkamuodoista riippuen (kuva 7). Näitä eri osapuolia voi olla mm. käyttäjä, tilaaja, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, alihankkijat ja viranomaiset.

Rakennushankkeen urakkamuotoja on monia ja vastuut jakautuvat eri urakkamuodoissa eri tavalla. Urakka muodot voidaan jakaa pääpiirteittäin suunnittele ja rakenna -



muotoihin, pääurakkamuotoihin ja osaurakkamuotoihin. [7.]

Kuva 7. Vastuunjako eri urakkamuodoissa [6.]

Tilaaajan eli rakennushankkeeseen ryhtyvän yleinen käytäntö on siirtää rakennushankkeeseen ryhtyvän laissa määritellyt velvoitteet rakennuttajalle. Rakennuttajan ja rakennusurakoitsijan välille tehdään urakkasopimus. Perinteisesti urakka suoritetaan kokonaisurakkana, jolloin rakennuttaja tekee sopimuksen vain yhden urakoitsijan eli pääurakoitsijan kanssa. Pääurakoitsija teettää tällöin työnsä joko omana työnään tai alihankintana ja vastaa niiden suorituksesta rakennuttajalle.

3.1 Rakennuttaja

Rakennuttaja on rakennushankkeen käynnistävä elin, ja rakennuttajana voi toimia tilaaja, rakennuttajakonsultti, rakennusprojektion johtoryhmä, rakennustoimikunta tai yksinkertaisesti rakennuttajana voi olla tilaaja tai käyttäjä. Rakennuttajan velvollisuuksiin velvoittaa viranomaisten vaatimukset, mutta myös rakennuttajan mahdollinen oma laatu järjestelmä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa käytetään määritelmää rakennushankkeeseen ryhtyvä ja se asettaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle huolehtimisvelvollisuuden. Huolehtimisvelvollisuus määritellään seuraavasti:

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö” [8. 119§]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuuksiin kuuluu toteuttaa rakennushanke siten, että rakennus täyttää siihen yleisesti ennakoitavissa olevat kuormitukset ja erikseen säädetyt tekniset vaatimukset. [8.]

Rakennuttajavalvojaa koskevassa valvontasuunnitelmassa esitetään selvitys rakennushankkeesta, rakennuttajasta, tämän käyttämästä valvontaorganisaatiosta ja asiantuntijoista sekä rakennustyön suorittajista ja vastuullisesta työnjohdosta. [8. 78§]

Rakennuttajan velvollisuuksiin kuuluu mm.

- hankkia viranomaisten luvat
- maksaa viranomaisten tekemien suunnitelmien tarkastusten ja lupien edellyttämien katselmusten ja mittauksen veloitus

- laatia suunnitelma-aikataulu yhteistyössä urakoitsijan kanssa
- toimittaa ajoissa suunnitelma-asiakirjat urakoitsijan käyttöön sisällöllisesti verrattuna ja tarkastettuna
- toimittaa rakennuttajan hankittavaksi sovitut tarvikkeet määrättynä aikana urakoitsijalle ja estää urakkaan kuulumattomista töistä urakoitsijalle aiheutuvia häiriöitä. [1.s. 33.]

Näistä tärkein velvollisuus on suunnitelma-asiakirjojen toimittaminen suunnitelma-aikataulun mukaisesti, mikä on ensisijaisen tärkeää urakkasuorituksen etenemisen varmistamiseksi. Lisäksi äärimmäisen tärkeää on huolehtia siitä, että suunnitelmat niveltyvät toisiinsa ja eikä niihin sisälly ristiriitaisuuksia eikä tulkinnallisia kohtia. [1. s.44]

Rakennuttajan toisena pääasiallisena tehtävänä on rakennustyön työmaavalvonta YSE 1998, 59-62§ mukaisesti. Tätä valvontaa suorittaa rakennuttajan palkkaama työmaavalvoja. Muita työmaata valvovat tahot ovat viranomaiset, eritysalan valvojat, urakoitsijat, suunnittelijat. Valvonnan tarkoituksena on, että kaikki urakoitsijalle velvoitetut tehtävät tulee tehtyä määräyksien ja suunnitelmien mukaisesti, sekä ehkäistä virheiden ja ongelmien syntymistä antamalla suunnitelmia täydentäviä ja täsmentäviä ohjeita. Näitä eri osapuolien tehtäviä, vastuualueita ja valtuuksia määritetään osapuolten välisillä sopimuksilla. Valvontaorganisaation laajuuteen vaikuttaa ensisijaisesti urakkamuoto, erityismääräykset, aikataulu, hankkeen laajuus ja vaativuus sekä urakoitsijan oma laadunvarmistus. [1. s. 44.]

3.2 Viranomaiset

Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa kunnan rakennusvalvontaviranomaista yleisen edun kannalta valvomaan rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtimaan, että rakentamisessa noudatetaan, mitä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään. Valvonnan laajuuteen vaikuttavat hankkeen vaativuus ja toteuttamisesta vastaavien henkilöiden ammattitaito. Aloituskokouksessa käydään läpi rakennushankkeen rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuuksiin liittyvät toimenpiteet. Tässä yhteydessä kunnan valvontaviranomainen voi myös edellyttää selvitystä toimenpiteistä rakentamisen laadun varmistamiseksi. [8. 112§; 124§]

Rakennustyön viranomaisvalvonta, alkaa kun rakennushankkeeseen ryhtyvä aloittaa luvanvaraisen rakennustyön ja päättyy kun rakennushankkeessa tehdään loppukatselmus. Valvontaa tehdään viranomaisen päättämissä työvaiheissa ja laajuudessa mikä on rakentamisen lopputuloksen kannalta merkittävää. [8. 149§ 2 mom.]

Tärkeimmät viranomaisten edellyttämän laadunvarmistukseen liittyvät toimenpiteet ovat

- *aloituskokous*
- *rakennustyön tarkastusasiakirja*
- *laadunvarmistus selvitys.*

Rakennustuotteille asetui 1.7.2013 CE-merkintä pakote ja tuotteen kelpoisuus pitää osoittaa rakennusviranomaisen sitä pyydettäessä. Viranomaisen on hyväksyttävä CE-merkityn tuotteen käyttäminen, jos se soveltuu suunniteltuun tarkoitukseen ja rakentamiselle asetetut vaatimukset täyttyvät. Niin sanotun varastotuotteen osalta asianmukaisesti esitetty (DoP) suoritustasoilmoitus sekä CE-merkintä riittävät tuotteen kelpoisuuden osoittamiseksi. Kohdekohtaisesti yksilöllisten kantavien rakennustuotteiden soveltuvuutta kohteeseen ei aina voida selvittää pelkän suoritustasoilmoituksen ja CE-merkinnän perusteella. Tällöin päätoteuttaja tai suunnittelija hankkii itselleen tuotteen valmistajalta tai maahantuojalta kaikki rakennustuotteeseen liittyvä asiakirjat, jotka vaikuttavat kohdekohtaiseen soveltuvuuteen. [9; 8. 153 § 1 mom.]

3.3 Suunnittelijat

Maankäyttö- ja rakennuslaissa suunnittelijan velvollisuuksiin kuuluu suunnitella rakennus niin, että se täyttää lain ja sen nojalla annetut säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. [8, 20§]

Rakennushankkeesta riippuen suunnittelijoita on monia ja he ovat oman alansa asiantuntijoita, joiden tehtävänä on toteuttaa suunnitelmansa lakien, viranomaisten määräysten sekä rakennuttajan ohjeiden mukaisesti. Näitä eri toimialojen suunnittelijoita on mm. seuraavat:

- arkkitehti

- rakennesuunnittelija
- lvi-suunnittelija
- sähkösuunnittelija
- geotekninen suunnittelija
- erikoissuunnittelija (laitteisto, prosessi yms.)
- muut asiantuntijat.

Pääsuunnittelija eli arkkitehti on vastuussa koko hankkeen suunnittelusta ja hänen tehtäviinsä kuuluu mm. seuraavat asiat:

- verrata suunnitelmat
- huolehtia suunnitelmien riittävästä laadusta ja laajuudesta
- huolehtia ajan tasalla olevien lähtötietojen ajantasaisuudesta ja riidattomuudesta
- Järjestää suunnittelijoiden välinen yhteistyö.
- Varmistaa, että laaditussa yleisaikataulussa on riittävästi aikaa suunnittelulle.
- Huolehtia, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja ne ovat yhteensopivia ja riidattomia. [10.]

Erityissuunnitelmista vastaavat henkilöt huolehtii siitä, että suunnitelmat täyttää niille asetetut vaatimukset. Mikäli suunnitelmista on vastuussa useampi suunnittelija pitää yhden olla nimetty tämän erikoisalan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi. [8. 120 § 1 ja 2 mom.]

3.4 Urakoitsijat

3.4.1 Pääurakoitsija

Pääurakoitsija on rakennushankkeen päätoteuttaja ja on tilaajan sopimuskumppani, joka on urakkasopimuksella sitoutunut urakoimaan sopimuksen mukaisen työn. Tilaaja tai tilaajan valitsema rakennuttaja valitsee rakennushankkeelle päätoteuttajan, jonka oletetaan pystyvän suoriutumaan rakennushankkeesta kunnialla aloituspalaverista, luovutukseen ja loppukatselmukseen. Rakennuttajan ja pääurakoitsijan välille muodostetaan urakkasopimus.

Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998 10.1§ edellyttää, että urakoitsijan on noudatettava sopimusasiakirjoissa edellytettyä laadunvarmistusta. [1. s. 43.]

Urakoitsijan on noudatettava sopimusasiakirjoissa edellytettyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan on viimeistään ennen työn aloitusta vaadittaessa kirjallisesti osoitettava, kuinka hän varmistaa suorituksensa laadun. Urakoitsijan on joka tapauksessa meneteltävä siten, että sopimuksen mukainen laatu saavutetaan. [10. 10§ 1 mom.]

Urakoitsijan edellytetään käyttävän rakennustuotteita, joiden takuu aika vastaa vähintään urakoitsijan takuu aikaa, ellei kaupallisissa asiakirjoissa ole toisin määritetty. [10. 10§ 2 mom.]

Tilaaajalla on oikeus saada tieto urakoitsijan käyttämien tärkeimpien aliurakoitsijoiden ja rakennustavaroiden valmistajien laadunvarmistuksesta ennen 7§ 3. momentin mukaista hyväksymistä. [10. 10§ 3 mom.]

Pääurakoitsijalle asetetaan valtioneuvoston asetuksessa, että päätoteuttajan on huolehdittava:

- turvallisuuden ja terveyden kannalta tarpeellisesta yleisjohdosta.
- osapuolten välisen yhteistoiminnan ja tiedonkulun järjestämisestä.
- toimintojen yhteensovittamisesta
- työmaa-alueen yleisestä siisteydestä ja järjestyksestä. [4. 12§ 1 mom.]

Maankäyttö- ja rakennuslaki asettaa peruslähtökohdan, että rakennustyössä pitää olla vastaava työnjohtaja ja erityisalan työnjohtaja, jonka hyväksyy kunnan rakennusvalvontaviranomainen.

Lupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttävässä rakennustyössä tulee olla työn suorituksesta ja sen laadusta vastaava, joka johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta (vastaava työnjohtaja). Tarpeen mukaan rakennustyössä tulee olla erityisalan työnjohtajia sen mukaan kuin asetuksella säädetään.

Vastaavan työnjohtajan ja erityisalan työnjohtajan hyväksyy kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Rakennustyötä ei saa aloittaa tai jatkaa, ellei työssä ole hyväksyttyä vastaavaa työnjohtajaa. Hyväksyntä tulee peruuttaa, jos siihen tehtävien laiminlyömisestä johdosta tai muusta vastaavasta syystä on aihetta. [8. 122§]

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet jakautuvat työmaan yleisiin laadunvarmistustoimenpiteisiin ja yksittäisten tehtävien laadunvarmistukseen. Työmaasta tehdään laadunvarmistussuunnitelma ja yksittäisistä tehtävistä tehdään tehtäväsuunnitelmat, joiden osana on potentiaalisten ongelmien analyysit ja laatuvaatimuksien auki kirjoittamiset. Pääurakoitsija suorittaa omia laadunvarmistussuorituksia työmaalla tekemällä aliurakoitsijoitten työkohteiden tarkastuksia, piiloon jäävien rakenteiden tarkastuksia ja materiaalien tarkastuksia. [1. s. 48.]

3.4.2 Teräsrunko-urakoitsija

Erittäin vaativissa teräsrunkotöissä vaaditaan Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukaan 1(AA)- rakenneluokan vastaava teräsrakenteiden asennustyönjohtaja, mikäli työmaan vastaavan työnjohtajan oma pätevyys ei tähän riitä. [10.]

Yhdessä pääurakoitsijan ja rakennesuunnittelijan kanssa teräsrunko-urakoitsija tekee teräsrunko-asennuksesta asennussuunnitelman sekä suunnittelee ja tekee myös omasta työstään laatusuunnitelman, jossa käydään läpi esimerkiksi seuraavat asiat:

- *projektin organisaatio*
- *aikataulut*
- *materiaalien kuljetukset ja varastoinnit*
- *materiaalien hyväksynnit,*
- *kokoukset ja palaverit*
- *töiden aloitus, työmestojen hyväksyminen ja siisteys*
- *tarkastukset, testit ja koestukset*
- *töiden viimeistely ja luovutus*
- *laskut ja maksuerät*
- *muutokset*
- *häiriöiden ja poikkeamien korjaus*

[12.]

4 Teräsrakenteiden CE-merkintä

Suomessa rakennustuotteiden CE-merkintä perustui 24.4.2011 asti vuonna 1988 hyväksyttyyn rakennustuotedirektiiviin (89/106/EY). Direktiivin mukaan CE-merkinnän on

tullut olla niissä rakennustuotteissa, joille se on Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaisesti määrätty pakolliseksi. [9.]

Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto hyväksyivät 24.4.2011 EU:n rakennustuoteasetuksen (305/2011/EC), joka tuli 1.7.2013 kokonaisuudessaan voimaan kaikissa EU- ja ETA-maissa. Asetuksen voimaan tulon myötä kaikkien harmonisoitujen tuotestandardien alaisten tuotteiden on oltava Suomessa CE-merkittyjä. Tämä koskettaa noin 80 % Suomen rakennustuotteita, ja määrä kasvaa sitä mukaa, kun uusia harmonisoituja tuotestandardeja julkaistaan ja niiden siirtymäaika päättyy. [9.]

CE-merkintä on rakennustuotteen valmistajan vakuutus, jolla valmistaja vakuuttaa rakennustuotteen olevan valmistettu harmonisoidun tuotestandardin mukaisesti tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että tuote on valmistettu Euroopan lainsäädännön mukaisesti ja on täten myyntikelpoinen kaikissa EU:n talousalueen maissa. Merkintä itsessään ei takaa tuotteen käytettävyyttä ja soveltuvuutta rakennuskohteessa, vaan tuotteen pitää lisäksi olla rakennettavan kohteen suunnitelmien vaatimusten mukainen. [9.]



Kuva 8. CE-merkintä kiinnitetään kokoonpanoihin [14.]

4.1 Suoritustasoilmoitus

Suoritustasoilmoitus on dokumentti, jossa valmistaja antaa tietoja tuotteen ominaisuuksista ja se laaditaan, kun rakennustuote saatetaan ensimmäisen kerran markkinoille. Suoritustasoilmoitus eli DoP (Declaration of Performance) toimitetaan CE-merkityn tuotteen mukana joko paperisena tai sähköisessä muodossa. Suoritustasoilmoituksen jäljennös voidaan asettaa myös saataville valmistajan verkkosivuille. Suoritustasoilmoituksen on oltava niillä kielillä missä tuote saatetaan markkinoille. Lähtökohtaisesti val-

mistaja voi siis itse valita laittaako ilmoituksen internet-sivuille tai toimittaako suoritus-tasoilmoituksen tuotteen mukana paperiversiona.[14.] Suoritustasoilmoituksen sisältö on seuraavanlainen:

- *tuotetyyppi*
- *tyyppi-, erä- tai sarjanumero tai muu tunniste*
- *rakennustuotteen aiottu käyttötarkoitus*
- *valmistajan nimi, kauppanimi tai tavaramerkki sekä osoite*
- *mahdollisen valtuutetun edustajan nimi, kauppanimi tai tavaramerkki ja osoite*
- *rakennustuotteen suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä eli AVCP luokka 1+, 1, 3+, 3 tai 4. Teräsrakenteilla 2+.*
- *ilmoitetun laitoksen nimi, numero, tehtävien kuvaus, sertifikaatti tai todistus, sekä yhdenmukaisten standardin viitenumero (hEN)*

Tai

- *teknisen arviointilaitoksen nimi, numero, tehtävä, sertifikaatti tai todistus, sekä eurooppalaisen teknisen arvioinnin ja arviointiasiakirjan viitenumero (ETA)*
- *ilmoitetut suoritustasot*
- *allekirjoitukset [14.]*

4.2 Standardit

Rakennustuotedirektiivin (CPD) mukaisia harmonisoituja tuotestandardeja on laadittu yli 400 kpl, ja näistä suoraan teräksiä ja teräksen käyttöä tuotteissa käsitteleviä standardeja ovat mm. seuraavat:

| | |
|-------------------------|--|
| <i>SFS-EN 1090-1+A1</i> | <i>Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1</i> |
| <i>SFS-EN 10025-1</i> | <i>Rakenneteräokset</i> |
| <i>SFS-EN 10088-4</i> | <i>Ruostumattomat teräokset, levytuotteet</i> |
| <i>SFS-EN 10088-5</i> | <i>Ruostumattomat teräokset, profiilit</i> |
| <i>SFS-EN 10210-1</i> | <i>Kuumamuovatut rakenneputket</i> |
| <i>SFS-EN 10219-1</i> | <i>Kylmämuovatut rakenneputket</i> |
| <i>SFS-EN 14399-1</i> | <i>Esijännitetyt ruuviliitokset</i> |
| <i>SFS-EN 15048-1</i> | <i>Jännittämättömät ruuviliitokset</i> |
| <i>SFS-EN 13479</i> | <i>Hitsausaineet [15.]</i> |

CE-merkintä tulee teräs- ja alumiinirakenteissa pakolliseksi EU- ja ETA-maissa 1.7.2014 siirtymäajan jälkeen. [9.]

Teräsrakenteille harmonisoitu tuotestandardi on SFS-EN 1090-1+A1 ja siitä selviää tehdasvalmisteisten teräskokoonpanojen CE-merkintään liittyvät ominaisuudet ja vaatimukset. Standardeissa SFS-EN 1090-2 ja -3 esitetään teräs- ja alumiinirakenteiden tekniset vaatimukset. SFS-EN 1090-2 -standardi kattaa myös työmaalla tapahtuvan toiminnan (kuva 8). [15.]

CE-merkintään oikeuttavan konepajan valmistuksen tulee siis toimia CE-merkinnän osalta standardin SFS-EN 1090-1 määritelmien mukaisesti, ja tuotannon teknisiltä vaatimuksiltaan pitää toimia standardin SFS-EN 1090-2+A1 sekä sen luvussa 2 esitettyjen viitestandardien mukaisesti. Standardeja käytetään aina yhdessä. [15.]

4.3 Toteutusluokka

Vastuullinen rakennesuunnittelija määrittää rakennuksen vaativuuden ja käyttötarkoituksen perusteella valmistuksen vaativuustason määrittävän toteutusluokan. Toteutusluokka valikoituu seuraamusluokan, käyttöluokan ja tuotantoluokan perusteella (kuva 10 ja 11).

| Seuraamusluokka | Käyttöluokka | Tuotantoluokka |
|---|---|---|
| CC1: Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienten ja merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia. | SC1: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille, matalan seismisen aktiviteetin (tärinä) perusteella luokassa | PC1: Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on |
| CC2: Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia. | SC2: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille, seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin (tärinä) perusteella ja | PC2: - Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän - Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla, Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana |
| CC3: Suuret seuraamukset hengenmenetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia. | | |

Kuva 9. Teräsrakenteiden seuraamusluokat, käyttöluokat ja tuotantoluokat [15.]

Seuraamusluokkia ovat CC1, CC2 ja CC3. Käyttöluokkia ovat SC1 ja SC2. Tuotantoluokkia PC1 ja PC2 (kuva 9). Toteutusluokkia ovat EXC1, EXC2, EXC3 ja EXC4, joista ensimmäinen on vaativuustasoltaan pienin ja viimeinen EXC4 vaativin toteutusluokka.

Talonrakennuskohteissa toteutusluokka on tavallisesti EXC2. Suunnittelija voi kuitenkin määrittää rakenteen osalle poikkeavan toteutusluokan, kuten vaikkapa EXC3:n. Toteutusluokan ollessa selvillä määräytyy sen perusteella konepajalle 36 valmistusta velvoittavaa vaatimusta.[13.]

| | | | |
|-----|-----|-----|---------------|
| CC1 | SC1 | PC1 | EXC1 |
| CC1 | SC2 | PC1 | EXC2 |
| CC1 | SC1 | PC2 | EXC2 |
| CC1 | SC2 | PC2 | EXC2 |
| CC2 | SC1 | PC1 | EXC2 |
| CC2 | SC1 | PC2 | EXC2 |
| CC2 | SC2 | PC1 | EXC3 |
| CC2 | SC2 | PC2 | EXC3 |
| CC3 | SC1 | PC1 | EXC3 TAI EXC4 |
| CC3 | SC2 | PC1 | EXC3 TAI EXC4 |
| CC3 | SC1 | PC2 | EXC3 TAI EXC4 |
| CC3 | SC2 | PC2 | EXC4 |

Kuva 10. Toteutusluokka määräytyy seuraamusluokkien, käyttöluokkien ja tuotanto-
luokkien perusteella [14]

| Arvioinnin kohde | Kuvaus | Toteutusluokka |
|---|--|---------------------|
| Seuraamusluokka | CC3: Suuret seuraamukset hengenmenetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia. | EXC3 tai EXC4 |
| Käyttöluokka | SC2: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytyskuormille, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille, seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin (tärinä) perusteella ja luokissa DCM ja DCH | |
| Tuotantoluokka | PC1: Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä. Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355; PC2: Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän. Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla. Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana. Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon. | |
| Toteutusluokan määrittelyssä suunnittelijoiden on huomioitava kohdemaan kansalliset määräykset. | | |
| HUOM! EXC4 toteutusluokkaa käytetään kohteissa, joissa seuraamukset ovat äärimmäisiä ja joita säädellään erityisesti kansallisilla rakennusmääräyksillä (rautatiesillat, erityiskohteet). | | |

Kuva 11. Esimerkki EXC3 tai EXC4 toteutusluokan määritelmästä [14.]

4.4 Merkintä

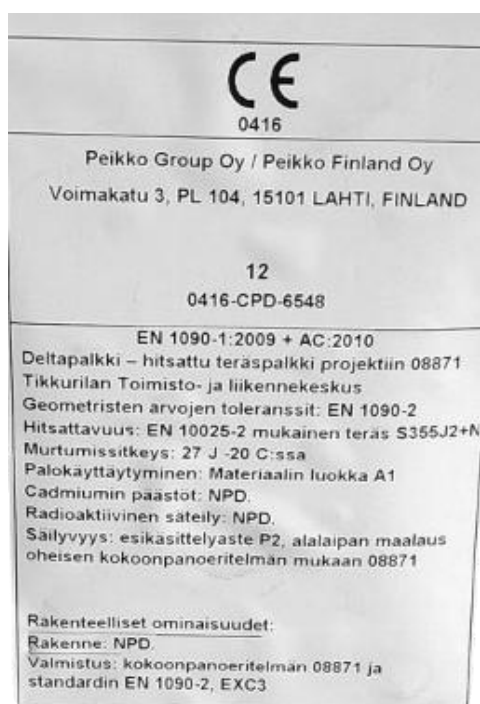
CE-merkintä löytyy teräsrakenteen kokoonpanoista eli joko itse palkin, ristikon tai pilarin kyljestä, pakkauksesta tai tuotteen mukana tulevasta asiakirjoista. [15.]

CE-merkinnällä ilmoitettavat ominaisuudet standardin SFS-EN 1090-1+A1 mukaisesti ilmoitetaan perustietoina seuraavasti (kuva 12):

- Valmistajan tunniste ja osoite
- Ilmoitetun laitoksen tunnusnumero
- Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmennustodistuksen numero
- CE-merkinnän kiinnittämivuosi

Tuotetietoina:

- Kokoonpanon kuvaus; yleisnimi, materiaalit, mitat ja suunniteltu käyttötarkoitus
- Rakenteellisen suunnittelun perusteella määräytyvät ominaisuudet
- Valmistuksen perusteella määräytyvien ominaisuuksien tasot/luokat
- Kokoonpanon toteutusluokka
- Vahvistetaan valmistuksen tapahtuneen standardin SFS EN 1090-2 mukaisesti
- Ilmoitetaan kokoonpanoeritelmän identifiointinumero, josta selviää kaikki kokoonpanon valmistuksessa tarvittavat tekniset vaatimukset ja tiedot [15.]



Kuva 12. Delta-palkin CE-merkintä. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013.

Merkintä on hyvä dokumentoida esimerkiksi valokuvaamalla ja mielellään niin, että kuvasta selviää mihin tuote on asennettu. Delta-palkin kohdalla tuote on yksilöllisesti tiettyyn kohtaan valmistettu, joten valokuva merkinnästä ja tuotteen kunnosta riittää.

Mikäli rakennustuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin piiriin, on siitä löydyttävä CE-merkintä. Mikäli huomataan siirtymäajan jälkeenkin, että rakennustyömaalle tuotavasta harmonisoidun tuotestandardin piiriin kuuluvasta tuotteesta puuttuu CE-merkintä, niin pitää siitä ilmoittaa Turvallisuus- ja kemikaalivirastoon (Tukes).

4.5 Suunnittelu

CE-merkintää käytettäessä suunnittelu tapahtuu teräsrakenteissa eurokoodien mukaisesti. Suunnittelijan tulee tarkastaa rakenteellisten laskelmien lähtöarvojen oikeellisuus ja esittää rakenteelliset laskelmat. [13.]

- *SFS-EN 1990, Eurokoodi: Suunnittelun perusteet*
- *SFS-EN 1991, Eurokoodi: Rakenteiden kuormitukset (kaikki soveltuvat osat)*
- *SFS-EN 1993, Eurokoodi: Teräsrakenteiden suunnittelu (kaikki soveltuvat osat)*
- *SFS-EN 1994, Eurokoodi: Betoni-teräs-liittorakenteiden suunnittelu (kaikki soveltuvat osat)*
- *SFS-EN 1998, Eurokoodi 8: Rakenteiden suunnittelu maanjäristyksen kestäväksi (kaikki soveltuvat osat)*
- *SFS-EN 1999, Eurokoodi 9: Alumiinirakenteiden suunnittelu (kaikki soveltuvat osat)*

Harmonisoidun tuotestandardin liitteessä ZA määritetään mitkä ovat tuotteelle asetettava perusominaisuudet ja mihin AVCP-luokkaan se kuuluu. Luokan mukaan määräytyy tarve kolmannen osapuolen varmentamiselle. Rakenteellisten teräskokoonpanojen SFS-EN 1090-1 mukaisen suoritustasojen pysyvyyden arviointi- ja varmentamisenjärjestelmä -luokka eli AVCP-luokka on 2+. Tämä luokitus edellyttää konepajan valmistukselta mm. seuraavat asiat:

- valmistajan suorittaman alkutestauksen
- tuotannon sisäisen laadunvalvonnan

- näytteenoton testauksen
- tarkastuksen tehtaassa
- ilmoitetun laitoksen suorittaman tuotantolaitoksen ja tuotannon alkutarkastuksen
- tuotannon sisäisen jatkuvan laadunvalvonnan eli FPC:n. [14.]

Teräskokoonpanolla on oikeus itse kiinnittää teräskokoonpanoihin CE-merkintä, kun ilmoitettu laitos (NB eli Notified Body) on yritykselle myöntänyt CE-merkinnän kiinnittämiseen oikeuttavan varmennustodistuksen. Todistuksen saamiseksi yrityksen on pitänyt määrittää tuotantonsa soveltuvien osien standardien SFS-EN 1090-1+A1 ja 1090-2+A1 mukaisesti. [15.]

4.6 Materiaalien vaatimukset

Teräsmateriaalien pitää olla eurooppalaisten standardien mukaisia ja teräksien on oltava SFS-EN 1090-2 taulukoiden 2, 3, 4 ja hitsausaineiden taulukon 5 standardien mukaisia (liite 2). [13]

Materiaalien tulee olla eurooppalaisten standardien mukaisia ja CE-merkittyjä. Materiaalien aineistotodistus tulee olla SFS-EN1090-2 standardin taulukon 1 (kts. Liite) mukainen ja aineistotodistus tarkentuu viitestandardin EN 10204, EN 10025 ja EN 10340 mukaisesti. Taulukossa 1 olevia aineistotodistustyyppisiä ovat EN 10204 mukaiset todistukset 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 sekä SFS-EN 10025 ja EN 10340 mukaiset todistukset. [13.]

- *Aineistotodistus 2.1 on laatuvarmuusasiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja koetuloksia ei ilmoiteta.*
- *2.2 on koetodistus, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja jossa esitetään valmistusmenetelmäkohtaiseen tarkastukseen perustuvat koetulokset.*
- *3.1 on vastaanottotodistus, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja jossa esitetään koetulokset.*

- *3.2 Vastaanottotodistuksen tyyppi, joka on valmistajan valtuuttaman tuotanto-osaston riippumattoman edustajan että ostajan valtuuttaman edustajan tai viranomaismääräyksissä määrätyn tarkastajan antama asiakirja, jossa vakuutetaan toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja esitetään koetuloksia. Valmistajan on sallittua esittää vastaanottotodistuksessa 3.2 toimituseräkohtaisia koetuloksia, jotka ovat peräisin toimitettavan tuotteen aikaisemmasta valmistusvaiheesta edellyttäen, että toimenpiteet ovat jäljitettävissä ja vastaavat alkuperäiset tarkastusasiakirjat ovat saatavissa.[16]*

Materiaalien jäljitettävyyttä vaaditaan kaikissa vaiheissa vastaanotosta luovutukseen, kun toteutusluokka on EXC3 ja EXC4. Standardin SFS-EN1090-2 mukaan käytettävien tuotteiden ominaisuudet tulee dokumentoida niin, että niitä voidaan verrata esitettyihin vaatimuksiin. Jäljitettävyyttä voi perustua tiettyä valmistusprosessia varten varattuja tuotteita koskevan erän dokumentoituun tallenteeseen, ellei erikseen vaadita jokaisen tuotteen jäljitettävyyttä. [13]

4.7 Kiinnitystarvikkeiden vaatimukset

Vaatimukset rakenteelliseen käyttöön tarkoitetuille ruuvikokoonpanoille on esitetty standardeissa EN 15048 (esijännittämättömät ruuvikokoonpanot) ja EN 14399 (esijännitetyt ruuvikokoonpanot). Ruuvikokoonpano tarkoittaa ruuvia (pulttia) ja mutteria, sekä tarvittaessa aluslaattaa tai aluslaattoja. Molemmat standardit ovat harmonisoituja tuotestandardeja, joten niissä esitetään ohjeet ruuvikokoonpanojen CE-merkinnälle. [14]

Eurokoodi 3 osassa EN 1993-1-8 esitettyjä tavallisimpien ruuvien, muttereiden ja aluslaattojen taulukon 3.2 standardit ovat

- *Ruuvit EN ISO 4014, 4016, 4017 ja 4018*
- *Mutterit EN ISO 4032, 4033 ja 4034*
- *Aluslaatat EN ISO 7089, 7090 ja 7091 [17.]*

Kiinnitystarvikkeista pinnoitteina käytetään yleisesti sähkösinkitystä ja ulkona säälle alttiissa olosuhteissa käytetään kuumasinkitystä. Standardi SFS-EN 1090-2 määrittelee, että liittimien, kiinnittimien ja tiivistesteellisten aluslaattojen on oltava korroosion kestävyydeltään yhtä hyviä kuin kiinnitettävän kokoonpanon. Esimerkiksi SFS-EN 1090-2 standardin mukaan kuumasinkityksen pitää olla standardin EN ISO 10684 mukainen ja aineistotodistus 3.1 standardin SFS-EN 10204 mukaisesti toimituserittäin. [13.]

Niin sanottujen varastotuotteiden, kuten muttereiden, pulttien ja aluslaattojen, osalta asianmukaisesti esitetty suoritustasoilmoitus (DoP) ja CE-merkintä riittävät tuotteen kelpoisuuden osoittamiseksi, mikäli ne vastaavat lujuuksiltaan suunnitelmia. [9.]

5 Teräsrunko asennuksen laadunvarmistus

Standardissa SFS EN 1090-2+A1 esitetään teräsrakenteille ja kokoonpanoille asetettavat tekniset vaatimukset, jotka kattavat konepajatoiminnan lisäksi työmaalla tapahtuvan toiminnan ja toteutuksen.

Asentamiselle ja muille työmaalla suoritettaville töille, kuten pohjalevyjen juotosvalut sekä vaatimukset turvalliselle asentamiselle ja tukien tarkkuudelle, esitetään SFS-EN 1090-2 standardissa. Työmaalla tehtävä esivalmistus, hitsaus, mekaaninen liittäminen ja pintakäsittely tulee tehdä standardin kohtien 6, 7, 8 ja 10 mukaisesti. [13.]

5.1 Asennus

5.1.1 Suunnittelu

Elementtirakentamisen suunnitelmista valtioneuvoston asetuksissa 36 § 1. momentissa veloitetaan, että suunnitelmien on oltava työmaalla kirjallisena. Tämän pykälän mukaan rakennesuunnittelijan on annettava asennusurakoitsijalle suunnitelman laadintaan varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisista tuennoista ja lopullisista kiinnittämistä varten niin, että asennuksen aikainen rakenteellinen stabiilius säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa. Lisäksi rakennesuunnittelijan on annettava tiedot turvallisista nostoista ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaitteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä. Rakentamiseen liittyvissä geoteknisissä suunnitelmissa on otettava huomioon nostolaitteista ja elementtien varastoinnista aiheutuvat väliaikaiset kuormat. [4. 36§ 1 mom.]

Asennustyöstä tehdään erityinen asennussuunnitelma, jonka hyväksyy pääsuunnittelija, vastuullinen rakennesuunnittelija, vastaava työnjohtaja sekä asennustyönjohtaja.

Valtioneuvoston asetuksen rakennustöiden turvallisuudesta antaa elementtiasennussuunnitelmasta seuraavat ohjeet:

37§ 1 mom. Päättöteuttajan on huolehdittava, että elementtien asennussuunnitelma on kirjallisena työmaalla.

37§ 2 mom. Elementtien asennussuunnitelmassa on oltava suunnittelijoiden hyväksymismerkintä.

37§ 3 mom. Asennussuunnitelmassa on otettava huomioon valmistajan antamat tuotekohtaiset ohjeet.

37§ 4 mom. Elementtien asennussuunnitelmassa on selvitettävä nostotyössä käytettävä nostokalusto, taakkojen paino elementtityypeittäin, nostojen ohjaus ja mahdolliset rajoitukset. Asennussuunnitelmassa on elementin asennusnosturiksi valittava torninosturi, ajoneuvonosturi tai muu suoritusarvoltaan riittävä ja muilta ominaisuuksiltaan tarkoitukseen suunniteltu ja soveltuva nosturi.

37§ 5. mom. Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä ohjeet sekä väliaikaisesta tuennasta että tuennan purkamisesta asennusvaiheittain. [4]

Standardin SFS-EN 1090-2 mukaan teräsrungon asentamisessa tärkeänä ehtona on, että suunnittelun perustana toimii turvallinen asennustapa ja järjestys. Standardin mukaisesti huomioon suunnittelussa on otettava seuraavat asiat:[13]

- a) Työmaalla tehtävien kiinnitysten sijainnit ja tyypit
- b) Osien suurin koko, paino ja sijainti
- c) Asennusjärjestys
- d) Osittain asennettujen rakenteiden stabiilius mukaan lukien kaikki väliaikaisia siteitä ja tukia koskevat vaatimukset
- e) Vaiheittain valettavien liittorakenteiden tuenta ja muut toteuttamisen vaatimat toimenpiteet
- f) Tilapäisten siteiden tai tukien poistamisen ehdot tai kaikki rakenteen jännittämistä tai jännittämistä tai jännittämisen poistamista koskevat vaatimukset
- g) Asiat, joista voi aiheutua vaaraa turvallisuudelle rakentamisen aikana
- h) Perustuskiinnitysten tai laakerien ja juotosvalujen ajoitus ja sääntömenetelmä
- i) Vaaditut esikoroitukset ja esiasetukset suhteessa valmistusvaiheen arvoihin
- j) Teräksisten muotolevyjen stabiiliuden varmistamisessa
- k) Teräksisten muotolevyjen käyttö sivuttaistukina
- l) Osien kuljetus mukaan lukien kiinnitykset nostamista, kääntämistä tai vetämistä varten
- m) Tuntojen ja tunkkauksia koskevat ehdot ja suorituskohdat
- n) Laakerien varmuus
- o) Osittain asennetun rakenteen muodonmuutokset
- p) Tukien oletetut siirtymät
- q) Nostureista, varastoitavista kokoonpanoista, vastapainoista jne. Aiheutuvien kuormien yksityiskohtaiset sijainnit ja arvot rakentamisen eri vaiheissa
- r) Harusköysien toimitusta, varastointia, nostamista, paikalleen asentamista ja esijännittämistä koskevat ohjeet
- s) Yksityiskohtaiset tiedot tilapäisistä rakenteista ja niiden kiinnittämistä pysyviin rakenteisiin, kuten myös poistamista koskevat ohjeet. [13.]

Tuotantosuunnitelmassa on otettava huomioon myös se, että puhtaita teräsrakennuksia ei ole. Välipohjat rakennetaan pääosin aina betonista, ja usein jäykistävänä pystyrakenteena on paikalla valettu teräsbetoninen hissi- tai porraskuilu. Näiden merkitys koko rungon ajoitukseen ja tahdistukseen on vähintään yhtä suuri kuin betonirakennuksessakin

5.1.2 Pätevyydet ja hyväksynät

Asennustyömaanjohtajan tulee olla päteväitynyt tehtävään esim. TRY:n vastaavan asennustyönjohtajan pätevyydellä rakennusluokan mukaan. Tällainen henkilö on esimerkiksi EXC3 toteutusluokassa 1(AA)-rakenneluokan vastaava teräsrakenteiden asennustyönjohtaja. Vaativissa kohteissa asennustyönjohtaja hyväksytetään kunnan rakennusvalvontaviranomaisella.

Työmaalla tapahtuvan hitsauksen suorittajan pitää olla päteväitynyt hitsaaja. Tämän nimityksen hitsaaja saa, kun hän suorittaa teräs hitsauksen pätevyyskokeen standardin SFS-EN 287-1 mukaisesti. Tällä kokeella pyritään varmistamaan hitsaajan riittävä osaaminen ja samalla hitsattujen rakenteiden laatutaso. Eri perusaineille ja hitsaustavoille on omat pätevyyskokeensa. Esimerkiksi puikkohitsauksen tunnus on 111. [13.]

Työmaalla tapahtuvien hitsausliitoksien tarkastukseen pitää olla työmaalle erikseen nimetty hitsauskoordinaattori. Hitsauskoordinaattorin tehtävät ja vastuut on määritelty standardissa SFS-EN ISO 14731 ja hitsauskoordinaattorin tehtäviin valmiudet antaa päteväitminen kansainväliseksi hitsausinsinööriksi, kansainväliseksi hitsausteknikoksi tai kansainväliseksi hitsausneuvojaksi. [13.]

5.1.3 Kuljetus

Logistiikan täsmällisyyteen vaikuttaa tilattavan kokoonpanon valmistuspaikka. Suomessa valmistetut kokoonpanot ovat pääosin täsmällisesti työmaalla ja taas vastaavasti ulkomailta saapuvat kokoonpanot ovat riippuvaisia lauttakuljetuksista, mikä usein vaikuttaa kuljetuksen täsmällisyyteen. Kuorma saattaa tulla joko päivän pari liian aikaisin, jolloin nosturin käyttö on suunniteltu toisenlaisiin asennuksiin tai myöhässä. Näissä tilanteissa on syytä ohjata kuljettaja odottamaan omaa vuoroaan toisaalle, eikä yrittää purkaa kuormaa väkisin toisen työvaiheen kustannuksella.

Kokoonpanojen kuljetuksessa työmaalle tulee huomioida mm. kuljetuskalusto, kuljetuksen aikainen suojaus, erikoislupaa vaativat kuljetukset, kuljetusreitti työmaalla, työmaan varastoalueet ja kuljetuksista vastuullinen henkilö.[2.]

Teräsrakenteet tulee pakata konepajalla sopivan kokoisiin kolleihin käyttäen tarvittavia välipuita siten, että osiin ei muodostu pysyviä muodonmuutoksia eikä pintakäsittelyvaurioita. Kuljetus tapahtuu yleisesti ottaen autokuljetuksina ja erikoislupaa vaativat kuljetukset suunnitellaan tapauskohtaisesti. [2.]

Standardi SFS-EN 1090-2 antaa kohdassa 6.3 taulukossa 8 käsittelystä ja varastoinnista yleismaininnan, että kokoonpanojen suojaamiseksi on tehtävä tarvittavat erityistoimenpiteet kuljetuksesta. [13.]

5.1.4 Kuormien purku, vastaanotto ja varastointi

Työmaalle saapuessa rakenteet tarkastetaan visuaalisesti ja varastoidaan aluspuiden päälle siten, että ei tapahdu pysyviä muodonmuutoksia ja ne ovat irti maasta. Vastaanottotarkastus tehdään tarvittaessa erilliselle lomakkeelle ja tarkastetaan kuormien tuloaika, oikea sisältö, mahdolliset kuljetusvauriot, puhtaus, osien ja elementtien laatuvaatimukset silmämääräisesti tarkastellen. Hyvä tapa olisi tarkastaa kokoonpanot joka kuljetuksen yhteydessä kirjallisesti. Rahtikirja kuitataan ja tallennetaan. Mahdollisten vaurioiden osalta kirjataan rahtikirjaan ja ilmoitetaan asiasta sähköpostilla tavarantoimittajalle. Varastoalueiden ja kuljetusväylien on löydettävä aluesuunnitelmasta. [2]

5.1.5 Nostot ja siirrot

Nostoista ja siirroista on syytä määritellä tarvittava nostokalusto, nostoapuvälineet, sekä henkilönostosuunnitelma. Elementit on nostettava ja asennettava asennussuunnitelman mukaisesti, joka on tehty yhdessä vastuullisen rakennesuunnittelijan, asennustyönjohtajan, pääurakoitsijan työnjohtajan kanssa. Elementtien on nostettaessa oltava tasapainossa. Vaikeita elementin nostotöitä varten on laadittava erillinen nostosuunnitelma.[2.]

Nostokalustona työmaalla on joko torninosturi ja vaihtoehtoisesti autonosturi. Torninosturista määritellään nostosäde ja nostosäteen mukaisesti portaantuvan nostokapasiteetti.

teetti. Autonosturia käytettäessä pitää geosuunnittelijalta olla ohje maaperän stabiiliudesta ja tietenkin autonosturista tieto nostokapasiteetista. [2.]

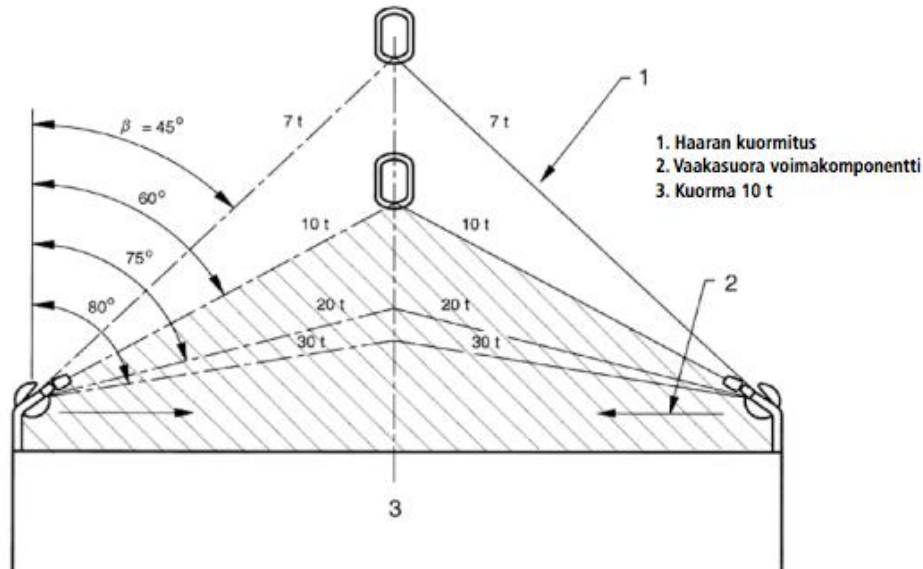
Teräsrunkoasennuksessa käytetään erilaisia nostoapuvälineitä, jotka liitetään nosturin koukkuun. Nostoon on valittava käyttötarkoitukseen sopiva ja suorituservoiltaan riittävä nostolaite. Tasapainoisen noston varmistamiseksi selvitetään taakan paino, muoto, nostoasento ja painopiste. Piirustuksista pitää löytyä kappaleen nostopisteet ja paino. Turvallisiin nostojen edellytys on, että valitaan taakkaan, nostolaitteeseen ja käyttöympäristöön yhteensopiva nostoapuväline. Valitaan esimerkiksi riittävän pitkä raksi, joka takaa turvallisen pienen kaltevuuskulman tai käytetään nostopalkkia. Nostoissa huomioidaan taakassa olevat nostomerkinnät tai mikäli niitä ei ole, tulee nosto suunnitella huolellisesti. [15]

Noston yhteydessä kannattaa tehdä niin sanottuja koenostoja, jolloin nostetaan taakka vain hiukan irti alustaltaan, jolloin varmistutaan taakan tasapainosta sekä kiinnityksen asiallisuudesta.[15]



Kuva 13 Nosto kettinkirakseilla. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013.

Kettinkirakseilla nostettaessa nostokulma ja raksien painorajoitukset ovat tärkeitä huomioida. Haaran kuormitus kasvaa mitä suuremmaksi beeta-kulma kasvaa. Nyrkkisääntönä onkin, että Beeta-kulma pidetään maksimissaan 45 asteen kulmassa. Kuormat jakaantuvat seuraavan kuvan (kuva 14) mukaisesti. [15]



Kuva 14. Raksin haaran kuormituksen riippuvuus kaltevuuskulmasta kuorman ollessa 10t [15]

Nostorakseissa täytyy olla merkintälevyke, josta on selvittävä CE-standardin mukaiset tiedot. Kuvassa 15 on esitetty standardin mukainen SFS-EN 818-4 mukaisen raksin merkintälevyke. Siitä selviää suurin sallittu kuorma, kettingin nimellishalkaisija, haarojen lukumäärä, nostokulman merkintä ja CE-merkintä. [15.]



Kuva 15. Kettinkiraksin merkintälevyke [15]

Ennen kettinkiraksien käyttöä tulee niille tehdä silmämääräinen tarkastus, jossa todetaan, että raksi ja varusteet ovat asianmukaisessa kunnossa. Tarkastus suoritetaan määrääjain, jossa raksi tarkastetaan koko pituudeltaan. Monihaaraisen raksin eri haarojen pituuksia vertaillaan keskenään ja erityistä huomioita kiinnitetään raksin eri osien venymiseen, kulumiseen, halkeamiin, muodonmuutoksiin ja ulkoisiin vaurioihin. Ainoa tapa jolla nämä havainnoidaan on, että raksi käydään läpi lenkki lenkiltä. Tarkastus

tehdään noudattaen valmistajan antamia ohjeita. Erityisiä hylkäämisperusteita on mm. seuraavat:

- Raksista puuttuu selvä merkintä suurimmasta sallitusta kuormasta eri kuormitustilanteista.
- Koukun salpa ei lukkiudu tai sen mekanismi on muuten viallinen.
- Havaitaan taipumia, vääntymiä, murtumisia tai muita muodonmuutoksia.
- Koukku on avautunut yli 10 %.
- Kettinkilenkki on kulunut yli 10 %. [15.]

Työmaalla käytetään paljon myös teräsköysirakseja. Yleisin on puristusholkin avulla tehty pehmeä silmukka.



Kuva 16. Puristusholkillinen teräsköysiraksi.[15]

Teräsköysiraksien käyttö edellyttää, että aina ennen raksin käyttöä se tarkistetaan, ettei siinä ole turvallisuutta vaarantavia vikoja. Tarkastuksien aikaväli riippuu raksin käytön rasittavuudesta. Teräsköysiraksien tarkastuksessa käytetään mm. seuraavia hylkäysperusteita:

- puuttuu merkintä suurimmasta sallitusta kuormasta
- Puristusholkissa muodonmuutoksia

- Katkenneet langat
- Nimellishalkaisija kulunut yli 10 %
- Köydessä murskaantumia tai se on sykkyrässä. [15.]

5.1.6 Asennusjärjestys



Kuva 17. Kuvassa pystypilarit, vinositeet, Delta-palkit ja niihin kiinnitetyt Combisafe-turvakaiteet. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013.

Asennuksessa noudatetaan teräsrakenteiden osalta standardin SFS EN 1090-2+A1 ja betonirakenteiden toteutuksessa SFS EN 13670 -standardia. Erityisiä asentamiseen liittyviä kohtia standardissa ovat kohdat 6, 7, 8, 10, 12. [13.]

Asentamiseen liittyen käydään läpi asennusjärjestys, jonka rakennesuunnittelija yhdessä asennustyönjohtajan kanssa ovat suunnitelleet standardin SFS-EN 1090-2 kohdan 9.3 mukaisesti. Suunnittelijan on määriteltävä asennuksen aikaiset tuennat ja kohdat, jotta asennettavan rungon stabiilius kestää asentamisen ajan. [13]

Asennus suoritetaan kerroksittain ja järjestys riippuu asennettavasta kohteesta, mutta yleinen asennusjärjestys voi esimerkiksi olla pilarit, vinositeet, Delta-palkit, betonionte-

lot. [2] Asennuksessa on huomioitava myös se, että jäykistävänä pystyrakenteena on yleisesti ottaen paikalla valettu teräsbetoninen hissi- tai porraskuilu, mikä saattaa pistemäisessä rakennuksessa tuottaa ruuhkaa mm. nosturin käytössä ja koko alueen käytössä, mikäli paikallavalua suoritetaan yhtäaikaaisesti teräsrungon kanssa.

5.1.7 Asennusaikainen tuenta



Kuva 18. Pilarin väliaikaistuenta. Pilarin alaliitoksen kiinnitys tehty hitsaamalla. Tikkurilan Toimisto- ja liikekeskus 2013.

Pilarit tuetaan asennustilanteessa säädettävien vinotuin. Rakennesuunnittelija määrittelee vinotukien määrän, mutta pääsääntöisesti käytetään vähintään 2 vinotukea per piliiri. Teräspilareiden jatkokset tuetaan esim. 2kpl RSK 3-4 ja mikäli pilarin täytyy tehdä, tehdään se vinotukien avulla. [2]

Deltapalkit tuetaan aina toimittajan ohjeiden mukaisesti. Tuentapaikat ja tukivoimat määrittelee rakennesuunnittelija, ja ne löytyvät asennuskuvista.

Standardin mukaiseen asennukseen SFS-EN 1090-2-standardista löytyy kohta 9.3.2 toteuttajan asennusmenetelmät.



Kuva 19. Teräsrungon väliaikaistuentoja. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013

5.1.8 Asennustoleranssit

Olennaiset toleranssit osoitetaan standardin SFS-EN 1090-2 kohdassa 11.2. Mikäli asennuksessa tulevat poikkeamat ylittävä sallitun arvon, tapaus tulee käsitellä poikkeavuutena standardin kohdan 12 mukaisesti. [13]

Asennustoleranssit tarkennetaan standardin kohdassa 11.2.3. Esimerkiksi asennettujen pilareiden mittapoikkeamien tulee olla standardin osan A1 Liitteen D.11 ja D1.12 esitettyjen poikkeamien mukaisia. [13]

5.1.9 Pulttiliitokset

Pulttiliitokset tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti, sekä tuotetta koskevien standardien mukaisesti. Tavalliset ruuviliitokset kiristetään standardin mukaisesti riittävän tiukalle, sähköisellä mutterinkiristäjällä. Esijännitetyt ruuviliitokset on merkittävä suunnitelmiin erikseen ja ne on kiristettävä standardissa esittämällä tavoilla, esimerkiksi kalibroituilla mutterinkiristäjillä tai momenttiavaimella. Tarkastukset tehdään silmäämällä ja pistokokein standardin 1090-2 kohdan 5.4.1 ohjeiden mukaisesti.

Kiinnitystarvikkeista on luovutettava tilaajalle EN 10204- 3.1 mukainen aineistotodistus. Pulttikiristyslaitteiden kalibrointitodistukset liitetään laadunvalvontakansioon.

Teräsosien kiinnittämiseen pyritään työmaalla käyttämään pääsääntöisesti pulttikiinnityksiä ja pulttiliitoksien kiristykset on suoritettava SFS-EN 1090-2 taulukon 19 mukaisesti (liite 2).

5.1.10 Hitsausliitokset



Kuva 19 , Deltapalkkienpalotapit hitsattuna. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013.

Hitsausliitokset pitää tehdä standardin SFS-EN 1090-2 luvun 7 ohjeiden mukaisesti. Hitsauksen koordinointia tulee suorittaa toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4. Koordinointia suorittaa henkilö, jolla on tarkoituksen mukainen pätevyys ja standardin EN ISO 14731 mukainen kokemus valvottavista hitsaustöistä. Standardissa SFS-EN 1090-2 kerrotaan taulukoissa 14 ja 15, millainen tekninen tietämys valvottavista hitsaustöistä pitää olla.

Hitsaus tulee suorittaa standardin EN ISO 3834 soveltuvien osien mukaisesti tai EN ISO 14554 vaatimusten mukaisesti. Hitsaus suoritetaan hyväksytyillä hitsausmenetelmillä käyttäen hitsausohjetta (WPS) asiaan kuuluvan standardin EN ISO 15609 tai EN ISO 14555 tai EN ISO 15620 mukaisesti.

Toteutusluokan mukaisesti määräytyy hitsausliitoksen laatuvaatimukset. Esimerkiksi EXC3-toteutusluokassa käytetään standardin EN ISO 3834 osaa 2 ”Kattavat laatuvaatimukset” ja toteutusluokassa EXC2 käytetään standardin osaa 3 ”Vakiolaatuvaatimukset”. Normaaleissa liitoshitseissä (EXC2) noudatetaan rakennesuunnittelijan ohjeita. Tällöin esim. hitsausluokka on C standardin SFS-EN ISO 5817 mukaisesti ja hitsaajan pätevyys osoitetaan hitsauksen pätevyyskoe standardin SFS-EN 287-1 mukaisesti ja siitä pitää olla hitsaajalta voimassa oleva todistus.

Vaativien liitoksien (EXC3) hitsausluokka on B, sen mainitaan erikseen asennusdetalleissa. Hitsausluokka B:ssä vaaditaan hitsaajalta standardin SFS EN 287-1 mukainen pätevyys ja osoituksena hitsaajalta on siitä todistus. Vaativista hitsauksista tehdään kolmannen osapuolen tarkastus eli NDT-tarkastus standardin taulukon 24 mukaisesti.

Työmaalla hitsattaessa voidaan tarvita hitsaustyön suojaksi sääsuoja kelpoisten olo-
suhteiden varmistamiseksi. Hitsattava kohta on aina kuivattava ennen hitsausta esimerkiksi kosan-polttimella lämmittämällä.

Urakoitsijan on huolehdittava siitä, että hitsauksen lisäaineet pysyvät kuivina työmaalla. Puikot säilyvät parhaiten kuivassa ja lämpimässä varastotilassa. Avattujen pakkauksien puikot on syytä säilyttää erillisessä puikkosäilössä. Kostuneet puikot tulee joko hävittää tai kuivattaa uudelleen siihen tarkoitettulla laitteella.

5.1.11 Mittaukset, tarkastukset ja dokumentointi

Työmaalla tapahtuvassa tarkastuksessa ja hyväksynnässä tulee noudattaa standardin 1090-2 kohdan 12 ”Tarkastus, testaus ja korjaaminen” ohjeita.

Työmaalla tapahtuvat tavalliset hitsit tarkastaa hitsauskoordinaattori. Silmämääräisen tarkastuksen tulee sisältää hitsien olemassaolon ja sijainnin tarkastukset. (Katso kuva 19.) Hitsauksen tarkastus suoritetaan standardin EN 970 mukaisesti.

Vaativista hitsauksista suoritetaan NDT-tarkastus ja sen suorittaa esimerkiksi tarkastuslaitos Inspectan valtuuttama henkilö. NDT-tarkastukset määräytyvät standardin SFS-EN 1090-2 taulukon 24 mukaisesti ja tarkastettavat liitokset määrittelee rakenne-suunnittelija ja ne on merkattu erikseen asennuspiirustuksiin.[13]

NDT menetelmiä on muun muassa seuraavat:

- standardin EN 571-1 mukainen tunkeumanestetarkastus (PT)
- standardien EN 1714 ja EN 1713 mukainen ultraäänitarkastus (UT)
- standardin EN 1290 mukainen magneettijauhetarkastus
- standardin EN 1435 mukainen radiografinen kuvaus (RT)



Kuva 20 Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus kantavan palkin hitsausliitoksen UT-tarkastus.

Urakoitsijan tulee oma-aloitteisesti osoittaa rakennuttajalle eri työvaiheiden suoritus ja tarvikkeiden laatu siten, että rakennuttajalla on selvä käsitys ja varmuus myös peittyvien suoritusten asianmukaisuudesta. Erikseen sovittaessa pidetään ennen jonkin työvaiheen peittymistä tai uuden työvaiheen alkamista katselmus, jossa todetaan työn laatu ja annetaan lupa työn jatkamiselle. Tarkastuksen suorittaa rakennesuunnittelija yhdessä valvojan ja pääurakoitsijan edustajan kanssa. Suoritettuihin töihin kohdistuvat tarkastukset, testaukset ja korjaukset tulee tehdä toteutuseritelmän mukaisesti noudattaen standardissa SFS-EN 1090-2 esitettyjä laatuvaatimuksia. [2]

Käytettävistä rakennustuotteista tulee todentaa tilauksen mukaisiksi tarkistamalla toimitettavien tuotteiden mukana toimitettavat SFS- EN 1090-2 luvun 5.1 vaatimusten mukaiset asiakirjat. Näitä asiakirjoja ovat mm. levyjä, profiileja, rakenneputkia, hitsausaineita, mekaanisia kiinnittimiä, liitostappeja koskevat aineistotodistukset, testausraportit ja suoritustasoilmoitukset. [13]

Rakenteen mittauspaikat- ja mittautaaajuus tulee esittää tarkastussuunnitelmassa. Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 tarkastus tulee tallentaa. Käytettävät menetelmä tulee

valita standardin SFS-EN 1090-2 kohdassa 12.7.3.1 mainittujen ISO 7976-1 ja ISO 7976-2 standardeissa esitettyjen joukosta. [13]

Tarkastussuunnitelmassa luetellaan ne asiat, joita työmaalla tullaan tarkastamaan. Tarkastetaan mm. seuraavat asiat:

- perustusten sijainti
- perustusruuvien kierteet, puhtaus ja virheettömyys
- perustusruuvien alamutterien korkeusasema
- elementtien pohjien korkeusasema
- pilarien asema ja suoruus
- elementtien asema ja suoruus
- tasojen korkeusasema
- elementtien tukipinnat
- hitsausolosuhteet: lämpötila, esilämmityksentarve, kosteus, tuuli
- hitsaajien pätevyudet
- asennustyönjohtajan pätevyys
- hitsauskoordinaattorin pätevyys
- hitsausaineiden vaatimustenmukaisuus
- raiiojen silmämääräinen tarkastus
- hitsien 100% silmämääräinen tarkastus
- hitsien muu, kuin silmämääräinen tarkastus (NDT) hitsausluokka B, jonka tarkastusvaatimus ja tarkastuslaajuus esitetään asennusdetaljeissa
- pienahitsien a-mitan pistokoeluontoinen mittaus
- ruuvitarvikkeiden aineistotodistukset
- ruuvien, muttereiden ja aluslevyjen vaatimustenmukaisuus, lujuus ja pintakäsittelyt
- vastinpintojen tarkastus
- ruuvien lukumäärän ja sijoituksen tarkastus
- kiristysmomenttien ja lukitusten tarkastus pistokokein
- pintakäsittelyjen ja palosuojauksen olosuhteet ja lämpötila
- pintojen puhtaus
- valmiille rakenteelle toimitetaan kolmiulotteinen mittatarkastus, jossa tärkeiden osien asema tarkastetaan ennalta määrättyihin linjoihin ja tasoihin
- palosuojamaalausten ja muiden pinnoitteiden kalvonpaksuuksien mittaus. [2.]

Lisäksi työmaalla suoritetaan viranomaistarkastuksia ja tilaajan tarkastuksia, joita ovat mm. aloitustarkastus, rakennekatselmus, työmaakatselmukset, vastaanottotarkastus sekä takuutarkastus.[2]

Seuraavan on listattu yhteenvetona konepajalta vaadittavia dokumentteja 1.7.2014 lähtien toimitettuna asiakkaalle. Vaadittavat dokumentit määritellään laatusuunnitelmaan ja siihen merkitään mm. se, että mitä dokumentteja lähetetään tilaajalle ja mitä säilytetään pelkästään valmistajalla. Kuitenkin yleisenä käytäntönä on, että tilaajalle lähetetään mieluummin liikaa kuin liian vähän valmistuksen laadun osoituksena. Konepajalta vaaditaan mm. seuraavat dokumentit 1.7.2014 alkaen:

- sertifikaatti osoituksena oikeudesta CE-merkitä SFS-EN 1090-1 mukaisesti
- aineistotodistukset rakenneteräksille, hitsausaineille ja ruuvikokoonpanoille
- hitsareiden ja hitsauskoordinaattoreiden pätevyystodistukset
- hitsausohjeet ja niiden hyväksymispöytäkirjat
- ainetta rikkomattomat tarkastuksen (NDT) tekijät ja pätevyystodistukset
- hitsien tarkastuspöytäkirjat (silmämääräinen ja muu NDT)
- mittatarkastuksen tulokset
- pintakäsittelyraportit täytettynä
- muut laatusuunnitelmaan kuuluvat tarkastuspöytäkirjat
- raportti ja tehdyt toimenpiteet kohdatessa ei-vaatimustenmukaisia asioita
- CE-merkki ja suoritustasoilmoitus.

5.1.12 Palonsuojamaalaukset

Teräsrakenteiden palonsuojaustavat ovat pääsääntöisesti palonsuojamaalaukset, kote-loinnit ja rakenteelliset ratkaisut. Teräsrakenteiden palosuojaukseen käytettävillä tuot-teilla tulee olla voimassa oleva tuotehyväksyntä. Tuotehyväksynnän yhteensopivuus paloteknisissä mitoituksessa käytettyihin suunnitteluohjeisiin tulee varmistaa rakenne-suunnittelijalta. [2.]

Palonsuojauksen tarkoituksena on hidastaa kantavan teräsrakenteen lämpötilanko-hoamista palotilanteissa. Yleisin palonsuojaus materiaali on palonsuojausmaali, jonka suojausvaikutus perustuu maalikalvon kykyyn reagoida kemiallisesti palon aiheuttaman lämmön vaikutuksesta. Palotilanteessa maalikerros paisuu usean senttimetrin vahvui-seksi eristäväksi vaahtokerrokseksi. [21. s.132.]

Ennen palonsuojamaalausta pohjamaalatut pinnat puhdistetaan palosuojaamaalin tar-tuntaa heikentävistä epäpuhtauksista, kuten vesiliukoisista suoloista, rasvoista tai öljyistä. Pinnat kuivataan ja puhdistetaan pölystä. Pohjamaalauksen kunto on tarkastet-tava ja viat korjattava. Tämän jälkeen maalataan palonsuojaamaalilla, jonka kuivakal-vonpaksuus mitataan ennen pintamaalausta. [21. s.132.]

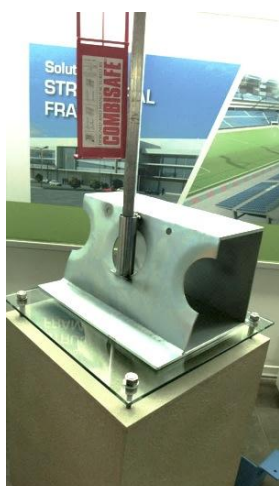
Palonsuojaamaalauksen kalvonpaksuus mitataan siihen tarkoitettulla kalvonpaksuusmit-tarilla. [2]

5.2 Työturvallisuus



Kuva 21. Turvallinen henkilönostinten käyttö Delta-palkin asennuksessa. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus 2013.

Turvallisuuteen vaikuttaa olennaisesti mm. työympäristön siisteys, järjestys, suunnitelmallisuus, aikataulu, käytettävät työvälineet, asennustyönjohtajan ja työntekijöiden kokemus.



Kuva 23 Deltapalkkiin liitettäviä kaideholkki. Peikko Oy:n pääaulasta 2013 [19]

Teräsrunkoasennuksen työturvallisuus suunnitellaan yhdessä asennustyönjohtajan, pääurakoitsijan työnjohtajan, työmaan turvallisuuspäällikön sekä myös rakennesuunnittelijan kanssa jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin voidaan lisätä nostoja helpottavia nostokorvia palkkeihin ja pilareihin sekä tilata erillisiä kiinnityspisteitä henkilökohtaisille turvavälineille tai kaiteille. [19]

Asennustyössä käytettävissä henkilönostimista esitetään vaatimus Valtioneuvoston asetuksessa 403/2008 kohdassa 14§ 4 momentissa, että trukin ja henkilönostimen kuljettamiseen on vaadittava työnantajan kirjallinen lupa. Tässä luvassa tulee eritellä, minkä tyyppisten henkilönostimien käyttöön lupa on tarkoitettu. Ennen kyseistä lupaa myönnettäessä on varmistuttava, että työntekijällä on riittävä kyky ja taito kuuluvan laitteen käyttämiseen. [22]

Luvan kirjalliselle muodolle ei ole esitetty vaatimusta, mutta hyvänä käytännön ratkaisuna on, että työmaatoimiston työnjohdon seinällä on lista henkilöistä ja koneista, joiden käyttöön lupa oikeuttaa. [22]

Henkilönostimien käytössä on tärkeää, että käytetään nostimien kanssa henkilökohtaisia turvavaljaita ja rajataan käyttöalue, ettei kukaan mene ylhäällä työskentelevän alle.

Asennustyöhön liittyy erityisesti hitsaus ja siihen liittyvä turvallisuus. Hitsarilla pitää olla todistus omasta pätevyydestä sekä erikseen annettu työmaakohtainen tulityölupa. Hitsauksessa syntyy erittäin paljon kipinöitä sekä erittäin kirkas UV-säteilyä synnyttävä valokaari. Näitä suojaaman pitää hitsarilla olla hitsausmaski, kypärä, nahkahanskat, kuumuudelta ja UV-säteilyltä suojaavat haalarit sekä putoamisvaaran alueella turvavaljaat ja turvatarrain. Ahtaissa paikoissa on syytä muistaa myös hyvä ilmanvaihto, sillä hitsauksesta muodostuu mitä erilaisimpia kaasuja, jotka on todettu haitaksi terveydelle. Ilmanvaihdon voi järjestää kohdeimurilla tai henkilökohtaisilla raitisilmamaskeilla. [23]

Hitsaukseen liittyy myös sähkötapaturmavaara jonka voi aiheuttaa mm seuraavat tekijät:

- liian pienet virtakaapelit
- vioittuneet virtakaapelit

- hitsauskoneiden ja laitteiden vaurioituminen
- rikkinäiset, kosteat ja puutteelliset henkilökohtaiset suojavarusteet
- kostea ja märkä työympäristö
- sähköä johtava työtila. [23.]



Kuva 24. Hitsarin varusteet tehdastyössä. Työmaalla lisäksi vaaditaan kypärä, turvakengät ja heijastava suoja-asuste. [23]

Hitsaukseen liittyy myös monia riskitekijöitä. Kipinöistä voi aiheutua henkilölle palovammoja, silmävammoja, mutta myös ympäristöön syttymisvaaran mikäli käsitellään helposti syttyviä materiaaleja. Työympäristöön pitää järjestää niin sanottu kipinävahti ja sammutuskalusto turvaamaan alla olevat rakenteet. Yksi tapa on estää kipinöiden lentely palopeitteiden avulla.

Asennustyön aikana työn turvallisuutta ja laatua valvoo asennustyönjohtaja, mutta myös työmaan työturvallisuuspäällikkö, valvoja, rakennesuunnittelija sekä pääurakoitsijan työnjohtaja. Laadun ohella valvotaan työn turvallisuutta ja sitä on valvottava jatkuvasti. Asennustyötä ei saa tehdä ilman pääurakoitsijan työnjohdon läsnäoloa.

6 Pohdinta

Toteutusluokan valinta on standardin ehkä tärkein tuoma uudistus. Toteutusluokkien eri vaativuusluokat ohjaavat konepajan toimintaa, mutta myös työmaalla tapahtuvaa toimintaa. Eniten se ehkä vaikuttaa hitsauksen laadunvalvontaan ja siihen liittyvään dokumentointiin.

1.7.2014 alkaen kaikilla työmailla tullaan toimimaan mitä todennäköisemmin samoilla toimintaperiaatteella standardin SFS-EN 1090-2 mukaisesti ja konepajat vastaisuudessaan valmistavat CE-merkittyjä kokoonpanoja. Standardin vaatimuksena on, että rakenteet suunnitellaan standardin vaatimusten mukaisesti eurooppalaisilla kantavien rakenteiden suunnittelustandardeilla eli eurokoodeilla.

CE-merkkityjen teräsrakenteiden valmistajan näkökulmasta muutos saattaa tuottaa kustannuksien nousua mm. materiaalihankinnoissa ja tarkastusten lisääntyessä. Standardi nimittäin kieltää muun kuin CE-merkityn materiaalien käytön. Tämä todennäköisesti tulee näkymään rakenteiden hinnannousuna, mutta todennäköisesti myös laadun suhteellisenä kasvuna.

Työmaalle muutokset näkyvät puhtaasti tarkastusten, suunnitelmien ja dokumentaatioiden lisääntymisenä. Tikkurilan toimisto- ja liikekeskus -työmaalla tämä standardin tuoma muutos näkyi jo varsin kattavana. Suunnittelu tapahtui eurokoodien mukaisesti ja terästyöselostus oli tehty mm. standardin kohtia noudattaen ja työmaalla oli nimetty hitsauskoordinaattori, joka esimerkiksi tarkasti piiloon jäävät rakenteet 100 prosenttisesti silmämääräisesti ja teki niistä tarkastuspöytäkirjat valokuvien kera.

Standardin voimaan tullessa toimintatavoista tulee yhtenäisiä koko Euroopan talousalueella. Tämä tarkoittaa sitä, että kilpailu todennäköisesti lisääntyy, mutta myös laatu paranee yhteisten pelisääntöjen tullessa voimaan. Tämä tulee olemaan allekirjoittaneen mielestä selkeästi parhain muutos, jolloin työmaasta riippuen tullaan työskentelemään samoilla pelisäännöillä. Toki tilaaja voi halutessaan vaatia enemmän, kuin standardi vaatii, mutta itsessään standardin voimaantulon myötä työmaalla tapahtuva laadunvalvonta tulee toimimaan systemaattisemmin ja lisääntyy tuotantoluokasta riippuen merkittävästi.

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä rakennushankkeen eri osapuoliin, teräsrakenteen CE-merkintään ja asennuksen aikaiseen laadunvarmistukseen.

Työn alussa haluttiin esitellä laatukäsitettä ja tarkoituksena tällä oli johdatella lukijaa siihen, minkä takia laadunvarmistusta tehdään.

Rakennushankkeen osapuolten velvollisuudet hankkeen aikana saattavat välillä unohtua ja hankkeen läpiviemiseksi tarvitaan kaikkien osapuolten 100 prosenttista osallistumista. Tämän takia työssä haluttiin käydä läpi rakennushankkeen osapuolia ja tarkastella heidän velvollisuuksiaan.

CE-merkintää käytiin tämän työn osalta vain pintapuolisesti, ja päällimmäisenä tarkoituksena olikin käydä läpi niitä asioita, jotka ovat työmaan kannalta tärkeimpiä.

Teräsrunkoasennuksen laadunvarmistustoimenpiteiden läpikäynti olivat tämän työn päätavoite. Luvussa 5 teräsrungon asennuksen aikainen laadunvarmistus -otsikot muokalevat työmaalla tehtävää asennussuunnitelman kohtia pääpiirteittäin ja niissä avataan käytännössä tapahtuvia laadunvarmistustoimenpiteitä sekä standardin SFS-EN 1090-2 kohtia.

Tämän työn sivutuotteena valmistui työmaalle asennuksen valvontaa avustava muistilista, jota ei salassapitovelvollisuuden takia opinnäytetyön liitteenä esitetä.

Lähteet

1. Kankainen, Jouko; Junnonen, Juha-Matti. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy
2. YIT:n tietokanta, yleiset käytännöt
3. Mäki, T. & Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2008. Rakennustöiden laatu 2009. Helsinki. Rakennustieto Oy
4. Valtioneuvoston asetus, 738/2002, rakennustyön turvallisuudesta 2009. Verkkodokumentti.<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>> luettu 11.10.2013
5. Rakennusteollisuus, Yhteiskuntavastuu rakennusteollisuudessa, verkkodokumentti
<<http://www.rakennusteollisuus.fi/download.aspx?intFileID=381&intLinkedFromObjectID=9674>> luettu 1.10.2013
6. Peltonen, Kiiras: RAKLI – Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa, Rakennustieto Oy, 1998
7. Rakennustieto, Urakkamuodot ja –asiakirjat, KH X4-00313, verkkodokumentti, <<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/kh/kortit/00313.html.stx>> luettu 26.10.2013
8. Maankäyttö ja rakennuslaki, 5.2.1999/132, Ajantasainen lainsäädäntö, verkkodokumentti < <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>>
9. Rakennusteollisuus, CE-merkintäkoulutus -materiaali, luettu 22.10.2013
10. Suomen rakentamismääräyskokoelma, A2, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, verkkodokumentti, <<http://www.finlex.fi/data/normit/10970-a2.pdf>> luettu 12.10.2013
11. Suomen rakentamismääräyskokoelma, B7, Teräsrakenteet, ohjeet, verkkodokumentti <<http://www.finlex.fi/data/normit/1929-b7.pdf>> luettu 1.10.2013
12. Rakennustieto, Työmaan laatusuunnitelma, 1180-S, verkkodokumentti, <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/ratu/kortit/1180.html.stx>, luettu 1.10.2013
13. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry, SFS-EN 1090- standardit, verkkodokumentti,<<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=showproduct&productid=231743>> luettu 1.8.2013

14. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys Ry, Teräsrakenteet, CE-merkintä, verkkodokumentti, <http://www.metsta.fi/terasrakenteet_ce-merkinta.php> luettu 12.9.2013
15. Teknologiateollisuus, Teräsrakenneyhdistys Ry ja Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys Ry, Teräskokoonpanojen CE-merkintä, verkkodokumentti, <http://www.metsta.fi/ajankohtaista/METSTA-tiedotus/2012/liitteet/Terasrakenteet_jaCE_2012-08_net.pdf> luettu 1.8.2013
16. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry, SFS-EN 10204, Metallituotteiden aineistotodistukset, verkkodokumentti, <<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=productInfo&productID=151961>> luettu 17.10.2013
17. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry, SFS-EN 1993-1-8, Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu, Osa 1-8: Liitosten suunnittelu, verkkodokumentti, <<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=showproduct&productid=185310>> luettu 1.10.2013
18. Työsuojeluhallinto, Tampere 2010, Nostoapuvälineet, Turvallisuus, verkkodokumentti, <http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2011/01/TSO_12.pdf>
19. Peikko Oy, Deltapalkin asennusohjeet, 12/2009, verkkodokumentti, <<http://materials.crasman.fi/materials/extloader/?fid=11446&org=2&chk=e583f3b2>> luettu 1.10.2013
20. Valtioneuvoston asetus, 403/2008, Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesti käytöstä ja tarkastamisesta, verkkodokumentti, <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403>> luettu 1.10.2013
21. Koski, Hannu, 1992, Talonrakentamisen työmaatekniikka, Tampereen teknillinen korkeakoulu.
22. Rakennusteollisuus, Henkilönostimen kuljettajalupa ja käyttäjäkoulutus, verkkodokumentti, <<http://www.rakennusteollisuus.fi/Talonrakennus/Ty%C3%B6turvallisuus/Henkil%C3%B6nostimen+kuljettajalupa+ja+k%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4koulutus/>> luettu 23.10.2013
23. Esab, 2006, Hitsauksen työturvallisuus, verkkodokumentti <http://www.esab.com/fi/fi/news/upload/HU_2_06-2.pdf> luettu 23.10.2013

Haastattelu 1

Minkälaisia ongelmia syntyi rakennuttajan kanssa toimimisessa?

- Rakennuttajan rakennustapaseloste, ja terästyöselosteessa oli ristiriitaisuuksia, joka aiheutti varsinaiseen asennukseen epäselvyyksiä. Ei ollut selkeästi määriteltä, mitä vaadittiin dokumentaatioksi teräsrunkoasennukseen liittyen.
- Myös terästyöselosteessa oli itsessään ristiriitaisuuksia itsensä kanssa mm. rungon laadullisissa vaatimuksissa, liitosgeometrioissa, palonsuojauksessa, sekä nostotavan suunnittelun vastuissa.
- Suunnitelmat piti olla valmiit, mutta kun urakoitsija alkoi tehdä konepajasuunnitelmia, huomattiin teräslitossuunnitelmien vajavaisuus, joka aiheutti viivästystä suunnitelmiin. Tämä taas aiheutti sen, että konepaja suunnitteli joissakin tapauksessa itse liitosdetaljin, joka aiheutti myöhemmin lisäsuunnittelua ja ylimääräistä vinotuentaa.

Kuinka toimitisit eri tavalla näissä tilanteissa?

- Mikäli löydetään ristiriitaisuuksia asiakirjoissa on syytä ennen aloitusta tai hyvissä ajoin selvittää laskentayksiköltä, millä tavoin urakka on laskettu ja varmistaa rakennuttajalta mitä hän on tarkoittanut. Vaatia rakennuttajaa ohjaamaan suunnittelua niin, että konepajavalmistus voidaan tehdä niin, ettei keskeytyksiä tule.

Minkälaisia ongelmia asennuksissa oli?

- Edellä mainittu suunnitelmien keskeneräisyys vaikutti myös asennuksen nopeuteen. Ei voitu asentaa, kun ei ollut mitään asennettavaa.
- Ulkomaiset urakoitsijat ovat riippuvaisia lauttakuljetuksista, jolloin materiaalin saapuminen työmaalle oikeassa ajassa on epävarmempaa. Esimerkiksi purkukaluston tilaaminen työmaalle aiheutti ongelmia ja tästä syystä nosto- ja purku-

kalusto olisi saatava urakoitsijan urakkaan, jolloin välttyttäisiin ylimääräisiltä vent-tatunneilta.

Minkälaisia toimia vaadittiin asennuksen työturvallisuuteen?

- Rakennuttajan oma ohjeistus oli hieman ristiriitainen itsensä kanssa ja lain mukaan rakennuttajan tulee huomioida suunnitelmissaan asennuksen aikaisten apuvälineiden paikat.
- Käytännössä asennusurakoitsijan ja pääurakoitsijoiden on kehitettävä suunnitelmia rakennuttajan kanssa niin, että asennukset pystytään suorittamaan lain edellyttämin tavoin.
- Teräsrunkourakoitsijan on huomioitava, että kuorman purku pitää suunnitella.
- Pilareissa ja palkeissa on oltava nostokorvat – liinoilla nostaminen kielletty
- Myös on huomioitava kantavan profiilipellin asennuksessa turvallinen asennus-tapa/valjaspaikat

Minkälaisia laadunvarmistuksia vaadittiin ennen asennusta ja asennuksen aika-na. Oliko ongelmia?

Ongelmia syntyi rakennuttajan epäluuloisuuden kanssa ja mielikuvat entisen itäblokin maista. Todistajan taakka on raskas. Kaikkia annettuja materiaalien materiaalitodistus-ten aitoutta epäiltiin ja kyseenalaistettiin mm. CE-merkintöjä ja 3. osapuolten tarkastus-dokumentteja.

- Urakoitsijalta vaadittiin mm. ruuvien aineistotodistukset ja sinkkipaksuudet
- Kantavien profiilipeltien materiaalitodistukset ja sinkkipaksuudet ja pinnoitepak-suudet
- Runkomateriaalien aineistotodistukset ja sinkkipaksuudet
- Palonsuojauksien aineistotodistukset ja kalvopaksuudet
- Ja kolmannen osapuolen tarkastuksien dokumentaatiot valmistuksesta

Työmaalla mitattiin pinnoitemittarilla ja työntömittarilla ainepaksuuksia. 3. osapuolen tarkastaja tarkisti tehdastuotannon, sekä tehtaan laatudokumentit, että työmaalle tul-leen materiaalien valmistuksen laadun, hitsaussaummat, sinkkipaksuudet. Lopuksi 3. osapuolen tarkastaja tarkisti materiaalitodistustien riittävyden ja pätevyudet.

Aloituspalaverissa käytiin urakoitsijan kanssa työmaan pelisäännöt, pääurakoitsijan tavat tehdä työtä. Aloituspalaverissa pitää sopia asennusdokumentaatioista ja vielä kerran vaatia työmaalta dokumenttien suhteen ja mitä mitataan.

Mitä mallikatselmuksessa vaaditaan?

Ennen katselmusta luetteloidaan mitä mallikatselmuksessa tarkistetaan

- Materiaalikelpoisuudet
- Asennustoleranssit pitää selvittää, onko esimerkiksi jokin asennustoleranssi tärkeämpi kuin toinen ja määräävämpi kokonaisuuden kannalta.
- Liitososien kiinnitysten tarkistus ja mitä niiltä vaaditaan jne.
- Myöskin jatkossa urakoitsijan kokotyösuoritusta tulee valvoa ja reklamoida pienistä suunnittelu/ asennusvirheistä, koska ne tulee julki perästä päin mm. narinalistan muodossa.

Haastattelu 2

Mitä hitsaus menetelmää palkin hitsauksessa käytettiin?

- Hitsauksessa suoritettiin puikkohitsauksena ja työn suoritti luokkahitsari.

Kuinka paksuja puikkoja työssä käytettiin?

- Puikkoina käytettiin juurelle 2.5mm puikkoja ja päälypaloille 3.2mm puikkoja.

Mitä hitsausta edeltäviä toimenpiteitä työssä käytettiin?

- Ennen hitsausta hitsausalue hiottiin maalista puhtaaksi. Palkin päät kohdistettiin kohdalleen ja hitsattiin ns. tukilevyt molemmin puolin että palkin päät pysyvät paikoillaan.

Mitä erityispiirteitä kantavan palkin hitsauksessa kannattaa ottaa huomioon?

- Tässä tapauksessa jouduttiin toista sivulevyä muokkaamaan lämmön ja tunkin avulla sillä eroa oli 8mm.

- Palkin levyjen hitsausjärjestys oli seuraava: ylälaippa, alalaippa ja sivulevyt. Tällä järjestyksellä pyrittiin estämään palkin vääntyminen.

Mitä työn jälkeisiä laadunvarmistus toimenpiteitä tehtiin?

- Hitsauksen jälkeen työlle suoritettiin ultraäänitarkastus.
- Tarkastuksen suoritti kolmannen osapuolen tarkastaja Inspectalta
- Tarkastus meni läpi ilman moitteita.

SFS-EN 1090-2 -taulukot 1, 2, 3, 8 ja 19**Taulukko 1 Metallituotteiden aineistodistukset**

| Tuote | Aineistodistukset |
|--|--|
| Rakenneteräkset (taulukot 2 ja 3) | EN 10025-1:n ^{a, b} taulukon B.1 mukaan |
| Ruostumattomat teräkset (taulukko 4) | 3.1 |
| Teräsvalut | EN 10340:2007:n taulukon B.1 mukaan |
| Hitsausaineet (taulukko 5) | 2.2 |
| Ruuvikokoonpanot | 2.1 ^c |
| Kuumaniitit | 2.1 ^c |
| Kierteittävät ja porautuvat ruuvit ja karaniitit | 2.1 |
| Kaarihitsattavat leikkausliittimet | 2.1 ^c |
| Siltojen liikuntasaumet | 3.1 |
| Korkealujuusköydet | 3.1 |
| Rakenteelliset laakerit | 3.1 |
| ^a Rakenneteräksille S355 JR tai J0 vaaditaan aineistodistus 3.1 toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4. ^b EN 10025-1 vaatii, että CEV:n kaavaan sisältyvät aineet tulee esittää aineistodistuksessa. Muihin standardissa EN 10025-2 esitettäviksi vaadittaviin aineisiin kuuluvat myös Al, Nb ja Ti. ^c Jos vaaditaan todistustyyppi 3.1, tämä voidaan korvata valmistuserän tunnuksella. | |

Taulukko 2 Rakenneterästen tuotestandardit

| Tuotteet | Tekniset toimitusvaatimukset | Mitat | Toleranssit |
|---|---|--|--|
| I- ja H-profiilit | EN 10025-1 ja EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 Tuotteen mukaan | Ei olemassa | EN 10034 |
| Kuumavalssatut viistolaippaiset I-profiilit | | Ei olemassa | EN 10024 |
| U-teräkset | | Ei olemassa | EN 10279 |
| Tasakylkiset ja ei-tasakylkiset kulmateräkset | | EN 10056-1 | EN 10056-2 |
| T-profiilit | | EN 10055 | EN 10055 |
| Levyt, latat, leveät latat | | Ei määritelty | EN 10029 EN 10051 |
| Tangot ja sauvat | | EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061 | EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061 |
| Kuumamuovatut rakenneputket | EN 10210-1 | EN 10210-2 | EN 10210-2 |
| Kylmämuovatut rakenneputket | EN 10219-1 | EN 10219-2 | EN 10219-2 |

HUOM. Teräslajien määrittelyt ja luokitukset esitetään standardissa EN 10020. Nimeen ja numeroon perustuvat teräsnimikkeet esitetään standardeissa EN 10027-1 ja -2

Taulukko 3 Kylmämuovaukseen soveltuvien levyjen ja nauhojen tuotestandardit

| Tuotteet | Tekniset toimitusvaatimukset | Toleranssit |
|--|------------------------------|--|
| Seostamattomat rakenneteräkset | EN 10025-2 | EN 10051 |
| Hitsattavat hienoraerakenneteräkset | EN 10025-3, EN 10025-4 | EN 10051 |
| Lujat kylmämuovattavat teräkset | IA1> EN 10149 <A1I, EN 10268 | IA1> EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140 <A1I |
| Kylmämuokatut rakenneteräkset | ISO 4997 | EN 10131 |
| Jatkuvatoimisella kuumaputausmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyteräkset | IA1> EN 10346 <A1I | EN 10143 |
| Orgaanisilla aineilla pinnoitetut ohutlevyteräkset | IA1> EN 10169 <A1I | IA1> EN 10169 <A1I |
| Kapeat nauhat | EN 10139 | EN 10048 EN 10140 |

Taulukko 8 Luettelo käsittelyä ja varastointia koskevista varotoimenpiteistä

| Nostot | |
|-------------------------|--|
| 1 | Kokoonpanojen suojaaminen vaurioilta nostokohdissa |
| 2 | Yhden pisteen nostojen välttäminen käyttämällä tarvittaessa pitkien kokoonpanojen nostoissa jakopalkkeja |
| 3 | Yksitellen nostettaessa reunan vauriolle, kiertymälle ja vääristymiselle herkkien ohutlevykokoonpanojen niputtaminen. Paikallisten vaurioiden välttäminen kokoonpanojen kosketuskohdissa, nostokohtien jäykisteettömissä reunoissa ja muissa kohdissa, joissa merkittävä osa nipun painosta kohdistuu yksittäiseen vahvistamattomaan reunaan |
| Varastointi | |
| 4 | Ennen kuljetusta tai asennusta varastoitavien kokoonpanojen pinoaminen irti maasta siten, että ne pysyvät puhtaina |
| 5 | Tarvittava tukeminen pysyvien muodonmuutosten välttämiseksi |
| 6 | Profiililevyjen ja muiden esivalmistetulla koristepinnalla varustettujen tuotteiden varastointi asiaan kuuluvien standardien vaatimusten mukaisesti |
| Korroosionesto | |
| 7 | Veden keraantymisen välttäminen |
| 8 | Toimenpiteet, joilla vältetään kosteuden tunkeutuminen metallilla pinnoitetusta materiaalista valmistettujen profiilien nippuun HUOM. Varastoitessa profiilinnippuja työmaalla pitkään ulkona niput on syytä avata ja irrottaa profiilit toisistaan, jotta vältetään "musta- tai valkoruoste" ilmaantuminen. |
| 9 | Alle 4 mm:n aineesta valmistettujen kylmämuovattujen teräskokoonpanojen tarkoituksen mukainen korroosionestokäsittely ennen kuin kokoonpanot lähtevät tehtaasta. Suojauksen tulee kestää ainakin kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana odotettavissa olevat rasitukset |
| Ruostumattomat teräkset | |
| 10 | Ruostumattomien terästen käsittely siten, että estetään käsittelylaitteiden ja pidikkeiden aiheuttama pintojen kontaminaatio. Ruostumattoman teräksen huolellinen varastointi siten, että pinnat suojataan vaurioilta ja, että kontaminaatiota ei tapahdu |
| 11 | Käytetään suojakalvoa tai muuta pinnoitetta, joka jätetään pinnalle niin pitkäksi aikaa kuin on käytännössä mahdollista |
| 12 | Suolapitoisessa, kosteassa ulkoilmassa tapahtuvan varastoinnin välttäminen |
| 13 | Varastohyllyjen suojaaminen puusta, kumista tai muovista valmistetuilla listoilla tai eristeillä, jotta vältetään seostamattomien terästen, kuparipitoisten materiaalien ja lyijyn hankautuminen ruostumattoman teräksen pintaan |
| 14 | Klorideja ja sulfideja sisältävien merkintäkynien käyttö on kielletty HUOM. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää suojakalvoa ja tehdä kaikki merkinnät tämän kalvon päälle. |
| 15 | Ruostumattomien terästen suojaaminen suoralta kosketukselta seostamattomaan teräkseen nostotaljoissa tai käsittelyvälineissä kuten ketjuissa, koukuissa, vanteissa, teloissa, haarukoissa tai haarukkatrukeissa käyttämällä eristäviä materiaaleja, ohutta vaneria tai imukuppeja. Sopivien asennustyökalujen käyttäminen, jotta varmistetaan, että pintojen kontaminaatiota ei tapahdu |
| 16 | Vältetään kosketusta kemikaaleihin, kuten väriaineet, liimat, tarrateipit, liiallinen määrä öljyä ja rasvaa HUOM. Jos näiden aineiden käyttö on välttämätöntä, soveltuvuus on syytä tarkastaa niiden valmistajan kanssa. |
| 17 | Seostamattomien terästen ja ruostumattomien terästen valmistuksen eriyttäminen, jotta vältetään seostamattomien terästen hiukkasten tarttuminen ruostumattoman teräksen pintaan. Pelkäästään ruostumattomille teräksille tarkoitettujen työkalujen käyttö. Tämä koskee erityisesti hiontalaiikkoja ja teräsharjoja. Ruostumattomille teräksille suositellaan austeniittisista teräksistä valmistettuja teräsharjoja tai teräsvilloja |
| Kuljetus | |
| 18 | Valmistettujen kokoonpanojen suojaamiseksi tarvittavat erityistoimenpiteet kuljetuksessa. |

Taulukko 19 F_{pC} :n arvot [kN]

| Lujuusluokka | Ruuvien halkaisija (mm) | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 12 | 16 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 | 36 |
| 8.8 | 47 | 88 | 137 | 170 | 198 | 257 | 314 | 458 |
| 10.9 | 59 | 110 | 172 | 212 | 247 | 321 | 393 | 572 |